

HOJA DE IDENTIFICACIÓN

HOJA DE IDENTIFICACIÓN

TÍTULO DEL PROYECTO

PROYECTO DE DISEÑO DE LA TOTALIDAD DE LAS INSTALACIONES
BÁSICAS DE UN LOCAL DE RESTAURACIÓN.

EMPLAZAMIENTO GEOGRÁFICO CONCRETO

Coordenadas UTM 31N(ED50)

E(X): 302171.5

N(Y): 4608929

Coordenadas geográficas (ETRS89)

Lon. 0°37'29.37"

Lat. 41°36'20.57"

Calle de Pere de Cabrera s/n y Avd. Barcelona 23, C.P.: 25001.

Término municipal: Lleida.

Comarca: Segrià.

Provincia: Lleida.

PERSONA FÍSICA O JURÍDICA QUE HA ENCARGADO EL PROYECTO

Nombre: Universidad de Lleida (UdL), Escuela Politécnica Superior (EPS).

Dirección: Calle Jaume II, nº69, Campus Cappellet.

C.P.: 25001.

Teléfono: 973702700.

DATOS DEL AUTOR DEL PROYECTO

Nombre del autor: Borja Rubio Rodríguez.

NIF: 39917096-k.

Estudios: Ingeniería Técnica Industrial especialidad Mecánica.

Dirección: Calle Ramón Llull nº16, 4ª-1.

C.P.: 25008.

Teléfonos de contacto: 619357469 – 973225079.

Correo electrónico: borjarub@gmail.com

RESPONSABLE DE LA TUTORÍA DEL PROYECTO

Nombre: Ramón Grau Lanau.

Ubicación: C/ de Jaume II, 69, Campus Cappellet. Despacho 1.04.

Teléfono: 609553809.

Correo electrónico: ramongrau@gmail.com, rgrau@diei.UdL.cat

ÍNDICE GENERAL

1.	MEMORIA GENERAL	19
1.1.	PROYECTO DE ACTIVIDADES.....	19
1.1.1.	Objeto del proyecto	19
1.1.2.	Alcance del proyecto	19
1.1.3.	antecedentes.....	20
1.2.	NORMAS Y REFERENCIAS	20
1.2.1.	Disposiciones legales y normativa aplicada	20
1.2.2.	Bibliografía.....	22
1.2.3.	Programas	22
1.2.4.	Otras referencias.....	23
1.3.	DATOS GENERALES	24
1.3.1.	Datos de la empresa.....	24
1.3.2.	Datos de la instalación o establecimiento.....	24
1.3.3.	Emplazamiento de la actividad.....	24
1.3.4.	datos de la actividad	25
1.3.5.	Datos de energía	25
1.3.6.	Medio potencialmente afectado.....	25
1.4.	DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	26
1.4.1.	Descripción arquitectónica general	26
1.4.2.	Características dimensionales.....	27
1.4.3.	descripción y Características de los cerramientos	29
1.4.4.	Plantas y uso de las dependencias del local.....	34
1.5.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT.....	39
1.5.1.	Objetivo	39
1.5.2.	Introducción.....	38
1.5.3.	Normativa particular.....	38
1.5.5.	Descripción general de la instalación en baja tensión	45
1.5.6.	Conclusiones	58
1.6.	INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN.....	59
1.6.1.	Objetivo	59
1.6.2.	Introducción.....	60
1.6.3.	Normativa particular.....	62

1.6.4.	Descripción general de la instalación de alumbrado	62
1.6.5.	Conclusiones	92
1.7.	INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN	93
1.7.1.	Objetivo	93
1.7.2.	Introducción.....	93
1.7.3.	Normativa particular.....	97
1.7.4.	Demanda de cargas térmicas por recintos	98
1.7.5.	Descripción general de la instalación de climatización.....	101
1.7.6.	Descripción general de la instalación de ventilación.....	113
1.7.7.	Conclusiones	119
1.8.	INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS	119
1.8.1.	OBJETIVO	119
1.8.2.	Introducción.....	120
1.8.3.	Normativa	120
1.8.4.	Descripción general de la instalación	121
1.8.5.	Conclusiones	133
1.9.	INSTALACIÓN DE FONTANERÍA, SUMINISTRO DE AGUA	133
1.9.1.	Objetivos	133
1.9.2.	Introducción.....	134
1.9.3.	Normativa particular.....	134
1.9.4.	consumos y aparatos de la red de agua.....	135
1.9.5.	Descripción general de la instalación de suministro de agua	139
1.9.6.	Aparatos de la instalación de suministro de agua.....	147
1.9.7.	Conclusiones	147
1.10.	INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE GAS	148
1.10.1.	Objetivos	148
1.10.2.	Introducción.....	149
1.10.3.	Normativa particular.....	149
1.10.4.	Demanda de consumo.....	149
1.10.5.	Características de la instalación de gas.....	150
1.10.6.	Aparatos de la instalación de gas.....	153
1.10.7.	Conclusiones	158
1.11.	INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO	158

MEMORIA

1.11.1.	Objetivos	159
1.11.2.	Introducción.....	159
1.11.3.	Normativa particular.....	159
1.11.4.	Aparatos y elementos conectados a la red de saneamiento	160
1.11.5.	Descripción de la instalación.....	163
1.12.	INSTALACIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA.....	170
1.13.	PLANIFICACIÓN	206
1.14.	DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.....	205
1.15.	CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO.....	206
2.	ANEXOS	211
2.1.	ANEXO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN.....	235
2.1.1.	Introducción	235
2.1.2.	Instalaciones generales	235
2.1.3.	Características de la instalación eléctrica	243
2.1.4.	Protección contra sobrecargas	263
2.1.5.	Protección contra sobretensiones	264
2.1.6.	Protección contra contactos directos e indirectos.....	266
2.1.7.	Receptores de alumbrado	267
2.1.8.	Receptores a motor.....	268
2.1.9.	Puesta a tierra	269
2.1.10.	Cálculos de la instalación eléctrica	271
2.2.	ANEXO INSTALACIÓN DE ALUMBRADO, ILUMINACIÓN INTERIOR	345
2.2.1.	Introducción	345
2.2.2.	Condiciones para los receptores de alumbrado y sus componentes.....	345
2.2.3.	Cálculo de instalaciones de alumbrado, iluminación interior.....	347
2.2.4.	resultados del cálculo del alumbrado interior por zonas del local.....	364
2.3.	ANEXO DE LA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN	462
2.3.1.	Descripción arquitectónica.....	462
2.3.2.	Horarios de funcionamiento, ocupación y cálculo de caudales de aire exterior.....	463
2.3.3.	limitación de la demanda energética	470

MEMORIA

2.3.4.	Cálculo de los parámetros característicos de la demanda.....	476
2.3.5.	Cálculo de las cargas térmicas.....	489
2.3.6.	Cálculo de la instalación.....	496
2.3.7.	Resultados de los cálculos de climatización.....	499
	FICHA 2.3.2.: CONFORMIDAD. DEMANDA ENERGÉTICA.....	539
	FICHA 2.3.3: CONFORMIDAD. CONDENSACIONES	541
2.4.	ANEXO DE SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO.....	543
2.4.1.	Objeto y aplicación.....	543
2.4.2.	Propagación interior	543
2.4.3.	Propagación exterior.....	549
2.4.4.	Evacuación de ocupantes.....	550
2.4.5.	Detección, control y extinción del incendio	558
2.4.6.	Resistencia al fuego de la estructura	561
2.4.7.	Instalaciones generales	564
2.5.	ANEXO DE LA INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUA.....	567
2.5.1.	Objetivo.....	568
2.5.2.	Características de las instalaciones de suministro de agua.....	568
2.5.3.	Diseño general de la instalación.....	571
2.5.4.	Dimensionado de la instalación.....	577
2.5.5.	Puesta en obra de la instalación.....	580
2.5.6.	Puesta en servicio de la instalación	584
2.5.7.	Instalación de Agua Caliente sanitaria	585
2.5.8.	Cálculo de la instalación de suministro de agua.....	589
2.5.9.	Resultados obtenidos del cálculo de la instalación.....	598
2.6.	ANEXO INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE GAS	624
2.6.1.	Introducción a la instalación receptora.....	624
2.6.2.	Diseño de la instalación receptora.....	625
2.6.3.	Condiciones generales de ventilación.....	639
2.6.4.	Instalación, conexión y puesta en marcha de los aparatos	640
2.6.5.	Operación y pruebas.....	641
2.6.6.	Materiales de los elementos constitutivos	641
2.6.7.	Características técnicas de la instalación.....	644
2.6.8.	Pruebas para la entrega de la instalación.....	657

MEMORIA

2.6.9.	Puesta en servicio de la instalación	658
2.6.10.	Cálculos de la instalación de suministro de gas	659
2.6.11.	Resultados del cálculo de la instalación	666
	ficha A: Tuberías de cobre	696
	ficha B: polietileno	698
	ficha C: tallos.....	700
	ficha D: elementos de sujeción de tuberías	703
2.7.	ANEXO DE LA INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES. SANEAMIENTO.....	705
2.7.1.	Objetivos	705
2.7.2.	Descripción general de la instalación.....	705
2.7.3.	Características generales de la instalación de saneamiento.....	706
2.7.4.	Elementos que componen la instalación.....	706
2.7.5.	Dimensionado de la red de saneamiento	711
2.7.6.	Ejecución de los elementos de la instalación	716
2.7.7.	Cálculo de la instalación de saneamiento.....	725
2.8.	ANEXO DE LA INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN Y EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VAPORES DE LAS COCINAS.....	741
2.8.1.	Introducción	741
2.8.2.	Normativa aplicada.....	741
2.8.3.	Principios básicos de la extracción.....	741
2.8.4.	Características de las campanas extractoras	742
2.8.5.	Caudal de extracción en las cocinas	743
2.8.6.	Caudal de ventilación en cocinas	743
2.8.7.	Limpieza y mantenimiento.....	743
2.8.8.	Cálculo de los conductos de ventilación y extracción.....	744
2.8.9.	Resultados de los cálculos de ventilación y extracción en las diferentes cocinas.....	753
2.9.	ANEXO DE LA INSTALACIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE ACS.....	772
2.9.1.	Introducción	772
2.9.2.	Condiciones generales de la instalación.....	772
2.9.3.	Contribución solar mínima.....	773
2.9.4.	Cálculo y dimensionado	775

2.9.5.	Resultados del cálculo de la contribución solar mínima	786
3.	ESTADO DE MEDICIONES	798
3.1.	PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS	799
3.1.1.	Disposiciones generales.....	799
3.1.2.	Disposiciones facultativas	811
3.1.3.	Disposiciones económicas.....	823
3.2.	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	833
3.2.2.	Normas de ejecución. instalación de electricidad.....	844
3.2.3.	Normas de ejecución. instalación de iluminación	861
3.2.4.	Normas de ejecución. instalación de climatización.....	868
3.2.5.	Normas de ejecución. instalación de fontanería	909
3.2.6.	Normas de ejecución. instalación de saneamiento	919
3.2.7.	Normas de ejecución. instalación de detección y extinción de incendios.....	922
3.2.8.	Normas de ejecución. instalación de gas	930
4.	ESTADO DE MEDICIONES	946
4.2.	Capítulo 1: instalación eléctrica en baja tensión	946
4.2.	Capítulo 2: instalación de alumbrado interior	920
4.3.	Capítulo 3: instalación de climatización y ventilación.....	951
4.4.	Capítulo 4: instalación de protección frente incendios.....	957
4.5.	Capítulo 5: instalación de suministro de agua.....	958
4.6.	Capítulo 6: instalación de suministro de gas	961
4.7.	Capítulo 7: instalación de saneamiento de aguas residuales	964
4.8.	Capítulo 8: instalación de la contribución solar para ACS.....	967
5.	PRESUPUESTO	972
5.1.	PRESUPUESTO UNITARIO POR PARTIDAS DE OBRA DE LA EDIFICACIÓN	973
5.2.	PRESUPUESTO POR PARTIDAS DE LA EDIFICACIÓN	1035
6.	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	1134
6.1.	OBJETO DEL PRESENTE ESTUDIO	1134
6.2.	CONDICIONES GENERALES DE LA PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD	1134

MEMORIA

6.2.1.	Ordenación de la acción preventiva.....	1134
6.2.2.	Organigrama funcional	1136
6.2.3.	Normas generales de seguimiento y control	1138
6.2.4.	Reuniones de seguimiento y control interno.....	1141
6.3.	CONDICIONES GENERALES DE LA FORMACIÓN E INFORMACIÓN.	1143
6.3.1.	Acciones formativas	1143
6.3.2.	Instrucciones generales y específicas.....	1145
6.3.3.	Información y divulgación.....	1146
6.4.	CONDICIONES GENERALES DE LA ASISTENCIA MÉDICO-SANITARIA	1147
6.4.1.	Servicios asistenciales.....	1147
6.4.2.	Medicina preventiva	1148
6.4.3.	Botiquín de obra	1149
6.4.4.	Normas sobre primeros auxilios y socorrismo.....	1151
6.5.	CONDICIONES GENERALES DE LAS MEDIDAS DE EMERGENCIA....	1151
6.5.1.	Medidas generales y planificación.....	1151
6.5.2.	Vías de evacuación y salidas de emergencia	1152
6.5.3.	Prevención y extinción de incendios	1152
6.6.	CONDICIONES TÉCNICAS DE LA ORGANIZACIÓN DE LA OBRA.....	1153
6.6.1.	Programación de los trabajos	1153
6.6.2.	Medidas previas al inicio de la obra	1154
6.7.	CONDICIONES TÉCNICAS DE LAS MEDIDAS GENERALES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	1158
6.8.	CONDICIONES TÉCNICAS DE LAS INSTALACIONES PARA SUMINISTROS PROVISIONALES DE OBRAS	1171
6.8.1.	Generalidades	1171
6.8.2.	Instalaciones eléctricas	1171
6.9.	CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.....	1176
6.9.1.	Generalidades.....	1176
6.9.2.	Maquinas y equipos	1180
6.9.3.	Herramientas manuales.....	1191
6.9.4.	Medios auxiliares.....	1191

6.10.	CONDICIONES TÉCNICAS DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	1195
6.10.1.	Albañilería	1195
6.10.2.	Revestimientos.....	1195
6.10.3.	Carpinterías.....	1196
6.10.4.	Vidrios	1196
6.11.	CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN..	1197
6.11.1.	Protecciones colectivas	1197
6.11.2.	Equipos de protección individual (EPI).....	1200
6.12.	CONDICIONES TÉCNICAS DE LAS SEÑALIZACIONES	1211
6.12.1.	Normas generales.....	1211
6.12.2.	Señalización de las vías de circulación.....	1211
6.12.3.	Personal auxiliar de los maquinistas para labores de señalización.....	1211
7.	PLANOS.....	1213

ÍNDICE PARTICULAR DE LA MEMORIA

ÍNDICE PARTICULAR DE LA MEMORIA

MEMORIA GENERAL	19
1. Memoria GENERAL.....	20
1.1. Proyecto de actividades	20
1.1.1. Objeto del proyecto	20
1.1.2. Alcance del proyecto	20
1.1.3. antecedentes.....	21
1.2. Normas y referencias	21
1.2.1. Disposiciones legales y normativa aplicada	21
1.2.2. Bibliografía.....	23
1.2.3. Programas	24
1.2.4. Otras referencias.....	24
1.3. Datos generales	25
1.3.1. Datos de la empresa.....	25
1.3.2. Datos de la instalación o establecimiento.....	25
1.3.3. Emplazamiento de la actividad.....	25
1.3.4. datos de la actividad	26
1.3.5. Datos de energía	26
1.3.6. Medio potencialmente afectado.....	26
1.4. Descripción del edificio.....	27
1.4.1. Descripción arquitectónica general	27
1.4.2. Características dimensionales.....	28
1.4.2.1. Perímetro de la edificación.....	28
1.4.2.2. Distancias entre los elementos estructurales	28
1.4.2.3. Superficies en planta	28
1.4.3. descripción y Características de los cerramientos	30
1.4.3.1. Cerramientos exteriores.....	30
1.4.3.2. Cerramientos interiores	32
1.4.3.3. Terraza.....	35
1.4.3.4. Cubierta	37
1.4.4. Plantas y uso de las dependencias del local.....	39
1.4.4.1. Plantas del local.....	39

MEMORIA

1.4.4.2.	Uso de las dependencias.....	39
1.5.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT.....	41
1.5.1.	Objetivo	41
1.5.2.	Introducción.....	42
1.5.3.	Normativa particular.....	42
1.5.4.	Demanda de consumo de la instalación.....	43
1.5.4.1.	Circuitos de la instalación en baja tensión	43
1.5.4.2.	Consumo de la instalación y sus aparatos	43
1.5.5.	Descripción general de la instalación en baja tensión	46
1.5.5.1.	Suministro de energía eléctrica	46
1.5.5.2.	Contratación en BT	47
1.5.5.3.	Relación de potencias.....	48
1.5.5.4.	Acometida	48
1.5.5.5.	Circuito de tierra.....	49
1.5.5.6.	Caja de protección y medida	50
1.5.5.7.	Contador	51
1.5.5.8.	Derivación individual	52
1.5.5.9.	Cuadro general de distribución.....	53
1.5.5.10.	Conducciones eléctricas	54
1.5.5.11.	Líneas y Elementos de la Instalación Eléctrica	55
1.5.5.12.	Cableado.....	56
1.5.5.13.	Instalación de fuerza.....	57
1.5.5.14.	Principales aparatos conectados a la red de BT.....	58
1.5.6.	Conclusiones	59
1.6.	INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN.....	60
1.6.1.	Objetivo	60
1.6.2.	Introducción.....	60
1.6.3.	Normativa particular.....	62
1.6.4.	Descripción general de la instalación de alumbrado	63
1.6.4.1.	Generalidades	63
1.6.4.2.	Conceptos básicos de la iluminación.....	64
1.6.4.3.	Condiciones particulares	65
1.6.4.4.	Selección de lámparas	65

1.6.4.5.	Características generales	67
1.6.4.6.	Alumbrados especiales, alumbrado de emergencia y señalización	70
1.6.4.7.	Tipo de luminarias instaladas por zonas.....	72
1.6.5.	Conclusiones	93
1.7.	INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN	94
1.7.1.	OBJETIVO.....	94
1.7.2.	INTRODUCCIÓN.....	94
1.7.2.1.	Generalidades	94
1.7.2.2.	Climatización	95
1.7.2.3.	Ventilación	96
1.7.3.	Normativa particular.....	97
1.7.4.	Demanda de cargas térmicas por recintos	98
1.7.4.1.	Características y recintos a climatizar del edificio	98
1.7.4.2.	Cargas térmicas	100
1.7.5.	Descripción general de la instalación de climatización.....	102
1.7.5.1.	Generalidades	102
1.7.5.2.	Descripción del sistema de producción de agua para climatización	103
1.7.5.3.	Climatizadores.....	107
1.7.5.4.	Difusión de aire	109
1.7.5.5.	Calidad de confort térmico	110
1.7.5.6.	Conductos de distribución de aire	111
1.7.6.	Descripción general de la instalación de ventilación.....	113
1.7.6.1.	Descripción general del sistema	113
1.7.6.2.	Zona común planta baja y primera planta	113
1.7.6.3.	Instalación de ventilación en cocinas	115
1.7.6.4.	Instalación de ventilación en lavabos	117
1.7.7.	Conclusiones	119
1.8.	INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS	119
1.8.1.	OBJETIVO.....	119
1.8.2.	Introducción.....	120
1.8.3.	Normativa	120
1.8.4.	Descripción general de la instalación	121
1.8.4.1.	Sistemas instalados de protección contra incendios	121

MEMORIA

1.8.4.2.	Conceptos básicos	123
1.8.4.3.	Abastecimiento de agua.....	124
1.8.4.4.	Instalación BIE-25.....	125
1.8.4.5.	Extintores	126
1.8.4.6.	Extinción automática de campana mediante gas	128
1.8.4.7.	Prevención básica Contra Incendios.....	132
1.8.4.8.	Control de las Instalaciones.....	132
1.8.5.	Conclusiones	133
1.9.	INSTALACIÓN DE FONTANERÍA, SUMINISTRO DE AGUA	133
1.9.1.	Objetivos	133
1.9.2.	Introducción.....	134
1.9.3.	Normativa particular.....	134
1.9.4.	consumos y aparatos de la red de agua.....	135
1.9.4.1.	Demanda de consumo de la instalación.....	135
1.9.4.2.	Aparatos y elementos de la red de suministro de agua.....	136
1.9.5.	Descripción general de la instalación de suministro de agua	139
1.9.5.1.	Generalidades	139
1.9.5.2.	Red de suministro de agua.....	139
1.9.5.3.	Red interior de agua caliente sanitaria.....	142
1.9.5.4.	Tuberías de PVC	143
1.9.5.5.	Accesorios de la instalación	146
1.9.6.	Aparatos de la instalación de suministro de agua.....	147
1.9.7.	Conclusiones	147
1.10.	INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE GAS	148
1.10.1.	Objetivos	148
1.10.2.	Introducción.....	149
1.10.3.	Normativa particular.....	149
1.10.4.	Demanda de consumo.....	149
1.10.5.	Características de la instalación de gas.....	150
1.10.5.1.	Esquema general de la instalación.....	150
1.10.5.2.	Descripción general de la instalación.....	151
1.10.5.3.	Tuberías de cobre	151
1.10.6.	APARATOS de la instalación de gas	153

1.10.7.	Conclusiones	158
1.11.	INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO	158
1.11.1.	Objetivos	159
1.11.2.	Introducción.....	159
1.11.3.	Normativa particular.....	159
1.11.4.	Aparatos Y ELEMENTOS conectados a la red de saneamiento	160
1.11.4.1.	Aparatos y elementos instalados por plantas.....	160
1.11.5.	Descripción de la instalación.....	163
1.11.5.1.	Características generales	163
1.11.5.2.	Colectores de Aparatos.....	164
1.11.5.3.	Bajantes (Red Vertical)	164
1.11.5.4.	Albañales (Red Horizontal).....	165
1.11.5.5.	Red de ventilación para artefactos.....	165
1.11.5.6.	Evacuación de condensados de unidades de climatización	165
1.11.5.7.	Conductos y accesorios de PVC.....	166
1.11.5.8.	Accesorios	166
1.11.5.9.	Tareas previas.....	167
1.11.5.10.	Red de saneamiento vertical.....	168
1.11.5.11.	Aspectos a tener en cuenta	168
1.11.5.12.	Proceso Constructivo	169
1.11.6.	Conclusiones	169
1.12.	INSTALACIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA.....	170
1.12.1.	OBJETIVO	170
1.12.2.	Introducción.....	170
1.12.3.	Normativa	171
1.12.4.	Descripción general de la instalación	171
1.12.5.	CONCLUSIONES.....	173
1.13.	DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.....	174
1.13.1.	Definiciones instalación eléctrica.....	174
1.13.2.	Definiciones instalación de alumbrado.....	177
1.13.3.	Definiciones instalación de climatización y ventilación	179
1.13.4.	Definiciones instalación de seguridad frente incendios.....	181
1.13.5.	Definiciones instalación de suministro de agua	186

MEMORIA

1.13.6.	Definiciones instalación de suministro de gas.....	188
1.13.7.	Definiciones instalación de evacuación de aguas residuales.....	193
1.13.8.	Definiciones instalación de la contribución solar mínima para acs.....	196
1.13.9.	Principales abreviaturas.....	197
1.13.10.	Relación de tablas, imágenes, gráficos y fórmulas utilizadas en la elaboración del proyecto	199
1.14.	PLANIFICACIÓN	206
1.14.1.	Planificación.....	206
1.14.2.	Descripción de las tareas	206
1.15.	CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO.....	207
1.15.1.	Requisitos de diseño	207
1.15.2.	Análisis de las soluciones.....	209

MEMORIA GENERAL

MEMORIA GENERAL

1.1. PROYECTO DE ACTIVIDADES

1.1.1. OBJETO DEL PROYECTO

El objetivo del presente proyecto será el de definir, en su totalidad, las instalaciones de electricidad, alumbrado, climatización y ventilación, agua, gas, saneamiento y protección contra incendios de un local destinado a realizar un servicio de restauración al público. A parte, se procederá a realizar un diseño de la distribución de los recintos y de la estructura de dicho local, conforme a sus formas y dimensiones, a su distribución interior y a los elementos estructurales principales. Esta iniciativa nace de la necesidad de este tipo de locales de servicios a ofrecer un producto de mayor calidad, representado en sus alimentos, en las instalaciones y en el confort.

Aún y la existencia de locales en la zona que ofrecen este tipo de servicios, se ha creído necesario dimensionar y diseñar las instalaciones, así como, realizar el diseño del local y un planteamiento general de la estructura del edificio, en base a obtener unos resultados óptimos de calidad y confort representados hacia el cliente.

El presente proyecto no intenta justificar la implantación del restaurante diseñado, ni la necesidad de la implantación de un local de estas características en la zona, sino, justificar para las concretas dimensiones y características del local, el diseño y el dimensionado de la totalidad de las instalaciones necesarias para un correcto funcionamiento y abastecimiento del mismo.

Excluimos de las instalaciones la necesidad de utilización de energías renovables, como es el caso de la obligatoriedad de la incorporación de sistemas de captación y utilización de energía solar, para la generación de agua caliente en los edificios, según la nueva normativa CTE-DB-HE. Aunque se realiza un dimensionado general de la posible instalación de contribución solar.

1.1.2. ALCANCE DEL PROYECTO

En este proyecto se definirá completamente los parámetros de las instalaciones citadas anteriormente, teniendo en cuenta un planteamiento general de la estructura del local, se excluye del proyecto los estudios del terreno y demás factores que son objeto de otro tipo de proyectos.

Conceptos que forman el proyecto:

1. Planteamiento general de la estructura del local.
 - Forma y dimensiones.
 - Particiones exteriores e interiores.
 - Elementos estructurales; forjados.
 - Tipo de cubierta.
2. Instalación eléctrica: completa.

3. Instalación de alumbrado: completa.
4. Instalación de climatización y ventilación: completa.
5. Instalación de suministro de agua: completa.
6. Instalación de gas: completa.
7. Instalación de saneamiento: completa.
8. Protección contra incendios: completa.

Para definir estas instalaciones se ha tenido en cuenta la normativa general y de sector actualmente vigente y que afecta, así como, decretos y otros documentos.

Se definirán los materiales, las necesidades energéticas, las distribuciones, la maquinaria a instalar, etc. para que el proyecto pueda ser aplicado sin ofrecer dudas ni mal interpretaciones respecto al diseño, el dimensionado y la maquinaria elegida.

1.1.3. ANTECEDENTES

El presente proyecto se realiza de la necesidad de instalar en la zona un local restaurante que ofrezca una oferta de servicio diferente de los locales de su alrededor, donde en dicha oferta priven la calidad y el confort que el establecimiento pondrá al servicio del cliente. Ofreciendo un producto de garantía en un ambiente acogedor y relajado.

El edificio se integrará perfectamente dentro de la zona urbanística, zona donde predomina una gran oferta de ocio.

1.2. NORMAS Y REFERENCIAS

1.2.1. DISPOSICIONES LEGALES Y NORMATIVA APLICADA

A la hora de realizar el cálculo y el desarrollo del presente proyecto, ha sido aplicada la normativa vigente y el reglamento correspondiente.

- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- RITE 2007, Reglamento de las instalaciones térmicas en los edificios.
- Código Técnico de la Edificación y sus exigencias básicas, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.

Documento Básico HE. Ahorro de energía.

Documento Básico HS. Salubridad.

Documento Básico SE. Seguridad estructural.

Documento Básico SE-A. Seguridad estructural – Acero.

Documento Básico SE-AE. Seguridad Estructural - Acciones en la edificación.

Documento Básico SE-C. Seguridad estructural – Cimientos.

Documento Básico SE-F. Seguridad estructural – Fábrica.

Documento Básico SE-M. Seguridad estructural - Estructuras de madera.

Documento Básico SI. Seguridad en caso de incendio.

Documento Básico SU. Seguridad de utilización.

- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Real decreto 1218/2002, de 22 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio, por el que se aprobó el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE) y se crea la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas de los Edificios.
- Real Decreto 1853/1993, de 22 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales.
- Real decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11.
- Real Decreto 312/2005, de 18 de marzo, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 505/2007, de 20 de abril, por el que se aprueban las condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados y edificaciones.
- Real Decreto 275/1995 de 24 de Febrero por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 94/42/CEE, modificada por el artículo 12 de la Directiva del Consejo 93/68/CEE.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales aprobada por Real Decreto 31/1995 de 8 de Noviembre y la Instrucción para la aplicación de la misma (B.O.E. 8/3/1996).

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Ley 3/1998 de 27 de febrero de la Intervención Integral de la Administración Ambiental.
- Decreto 136/1999, de 18 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento general de desarrollo de la Ley 3/1998, de 27 de febrero, de la intervención integral de la administración ambiental, y se adaptan sus anexos.
- Decreto 143/2003, de 10 de febrero de modificación del Decreto 136/1999, de 19 de mayo.

1.2.2. BIBLIOGRAFÍA

- Catálogos de climatización Roca-York.
- Catálogos de climatización Ciatesa.
- Catálogos de climatización Hitecsa.
- Catálogo Climaver conductos de ventilación.
- Catálogos cajas de ventilación Soler&Palau.
- Catálogos de alumbrado BJC.
- Catálogos de alumbrado INDAL.

- Catálogos de alumbrado ILUMARTE.
- Catálogos de alumbrado DAISALUX.
- Cálculo de instalaciones de alumbrado, alumbrado interior, Ed. Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).
- Catálogo de calderas y acumuladores Saunier Duval.
- Manuales instalaciones receptoras de Gas natural.
- Distribución de Aigües Lleida
- Manuales y catálogos para instaladores de instalaciones eléctricas en baja tensión de FECSA ENDESA.

1.2.3. PROGRAMAS

- Autocad.
- Excel.
- Word.
- CYPE 2008. Cálculo instalaciones y estructura.
- Adobe Reader.
- BTwin, cálculo instalaciones de baja tensión.
- LXwin, cálculo instalaciones de alumbrado.
- SAwin, cálculo instalaciones de suministro de agua.
- SEwin, cálculo instalaciones de saneamiento.
- GSwin, cálculo instalaciones de suministro de gas.

1.2.4. OTRAS REFERENCIAS

- www.gencat.net
- www.diputaciolleida.es
- www.udl.es
- www.cetill.es
- www.soler-palau.com
- www.construmatica.com
- www.gasnatural.com
- www.salvadorescoda.es
- www.sodeca.com
- www.icc.es
- www.isover.net
- www.endesaonline.com
- www.daisalux.com
- www.ilumarte.com
- www.itec.es
- www.medinox.net
- www.soloarquitectura.com
- www.saunierduval.es

- www.baxi-roca.com
- www.konstruir.com
- www.cartesia.com
- www.salvadorescoda.com

1.3. DATOS GENERALES

1.3.1. DATOS DE LA EMPRESA

- NIF, nombre fiscal.

El titular de la petición corresponde a la Escuela Universitaria Politécnica, Universidad de Lleida.

- Dirección.

El domicilio social está situado en C/ Jaume II, 69 Campus Cappont 25001, dentro del Término Municipal de Lleida.

- Teléfono y Fax.

Teléfono: 973 702700

Web: <http://www.eup.udl.es>

1.3.2. DATOS DE LA INSTALACIÓN O ESTABLECIMIENTO

- Nombre

* Restaurante *

- Dirección

Calle de Pere de Cabrera s/n, y Avd. Barcelona 23; C.P.: 25001. Lleida.

1.3.3. EMPLAZAMIENTO DE LA ACTIVIDAD

El emplazamiento del local corresponde a la parcela nº8 situada en la Avenida Barcelona 23, tipo de suelo urbano.

No obstante, la estructura de la edificación ha sido proyectada para que el acceso del público al local provenga de la calle Pere de Cabrera, de la misma forma, las acometidas de las instalaciones del local tendrán su origen en la red de instalaciones de esta calle. Se ha diseñado así para respetar la orientación de la gestión urbanística de la zona.

1.3.4. DATOS DE LA ACTIVIDAD

- Clasificación de la actividad o actividades que se prevén ejercer en el centro o establecimiento, según los anexos de este Reglamento

Según el Decreto 143/2003, de 10 de junio, de modificación del Decreto 136/1999 de 18 de mayo donde se aprueba el reglamento general de la Ley 3/1998 de Intervención Integral de la Administración Ambiental (DOGC núm. 3911 de 25/06/2003), este tipo de local se puede establecer dentro de la actividad **“12.35.b Actividades recreativas de restauración, de acuerdo con el catálogo de los espectáculos, las actividades recreativas y los establecimientos públicos sometidos a la Ley 10/1990, del 15 de junio, sobre policía del espectáculo, las actividades recreativas y los establecimientos públicos”** establecida en el código 12.35.b, siendo una licencia ambiental de régimen de comunicación (Anexo III).

- Breve descripción de la actividad

Local de pública concurrencia destinado a servicios de restauración al público.

1.3.5. DATOS DE ENERGÍA

Ver los anexos correspondientes a electricidad (Baja Tensión) y gas.

1.3.6. MEDIO POTENCIALMENTE AFECTADO

- Delimitación del espacio físico (ámbito territorial) afectable para todos y cada uno de los focos emisores de contaminación y la calificación urbanística de estos espacios.

No hay focos emisores de contaminación. La actividad no está clasificada como potencialmente contaminante del ambiente atmosférico.

- Calidad del aire, capacidad y vulnerabilidad del territorio dentro del espacio físico afectable, referido a las materias o sustancias emitidas.

No hay emisiones a la atmósfera de gases ni humos que haga falta destacar. Los gases y humos provienen de la preparación de alimentos en la zona de cocina. Dichos gases y humos pasarán por sus respectivos filtros antes de ser emitidos a la atmósfera.

- Calidad de las aguas afectadas por el vertido de aguas residuales.

No hay aguas afectadas por el vertido de aguas residuales.

- Residuos procedentes del desarrollo de la actividad.

Según lo citado en la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos, establece en su artículo 3.a) que, en todo caso, tendrán la consideración de residuos los que figuren en el Catálogo Europeo de Residuos (CER), aprobado por las Instituciones Comunitarias mediante la Decisión 94/3/CE, de la Comisión, de 20 de diciembre de 1993.

El código y tipo de residuo más común procedente del desarrollo de la actividad, provienen según el CER de **“20 residuos municipales y residuos asimilables procedentes de los comercios, industrias e instituciones, incluyendo las fracciones recogidas selectivamente”**:

20 01 01 Papel y cartón.
20 01 02 Vidrio.
20 01 03 Plásticos pequeños.
20 01 04 Otros plásticos.
20 01 05 Pequeños metales (latas, etc.).
20 01 08 Residuos orgánicos de cocina.
20 01 25 Aceite y grasa comestibles.
20 1 26 Aceite y grasa distinto de los especificados en el código 20 01 25.

1.4. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

1.4.1. DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA GENERAL

El restaurante es un local de carácter aislado, no presenta muros ni fachadas colindantes con otros edificios.

La orientación del local ha sido diseñada de manera que el acceso al mismo se haga a través de la calle Pere de Cabrera, disponiendo de esta forma su entrada principal en esta calle. Logramos así respetar la orientación urbanística de la zona y facilitar el acceso al público. Su fachada principal está orientada hacia el noroeste, a unos 15° aproximadamente del norte geográfico.

El local está formado por dos plantas. La planta baja es por la que se accede al edificio, está compuesta por el comedor principal, la zona de cocina, cámaras, almacenes, zona de lavado y lavabos. A la planta primera se accede a través de las escaleras situadas al fondo del comedor de la planta baja. Esta planta está compuesta por un comedor secundario, lavabos, zona de gestión u oficina y una terraza transitable dispuesta al público durante los meses de buen tiempo. La cubierta será plana del tipo ajardinada.

La capacidad del aforo máximo ha sido calculada durante el período de máxima ocupación, es decir, con la apertura de la terraza al público. La ocupación ronda unas 100 plazas

en cada planta aproximadamente (ver detalles en el anexo de protección contra incendios), en total la ocupación es alrededor de 220 personas entre trabajadores y clientes.

1.4.2. CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

1.4.2.1. Perímetro de la edificación

El perímetro del edificio (recintos cerrados), es de 80 m.

El perímetro de la planta primera (recintos cerrados), es de 70,3 m.

1.4.2.2. Distancias entre los elementos estructurales

Distancias entre pilares

El grupo formado por los 9 pilares centrales de la planta baja presenta una distancia entre ejes de 5 m, tanto en sentido longitudinal como transversal a la fachada principal. El grupo formado por los 8 pilares centrales de la primera planta presenta una distancia entre ejes de 5 m, tanto en sentido longitudinal como transversal a la fachada principal.

El primer grupo de pilares perimetrales (grupo de los pilares esquineros formado por 4 pilares) presenta una distancia entre ejes de 4,85 m en ambos sentidos, tanto en la planta baja como en la primera planta.

El resto de pilares perimetrales (pilares medianeros) presentan una longitud entre ejes; de 4,85 m en sentido transversal a la fachada principal y 5 m en sentido longitudinal a la fachada principal, en ambas plantas. Para mayor interpretación ver planos de dimensiones y cotas.

Distancias entre forjados

La altura entre forjados tomando como base el forjado sanitario al forjado entre plantas, es de 4 m. La altura desde el forjado entre plantas al forjado de cubierta, es de 3,50 m.

1.4.2.3. Superficies en planta

- Superficie del forjado sanitario: 400 m².
- Superficie de la planta baja: 376,36 m².

Comedor P0: 227,17 m².

Servicio señoras P0: 10,60 m².

Servicio caballeros P0: 9,83 m².

Servicio minusválidos: 5,16 m².

MEMORIA

Cocina: 58,67 m².
Repostería: 6,05 m².
Lavado: 9,10 m².
Preparación platos fríos: 6,54 m².
Mantenimiento: 3,60 m².
Almacén: 5,27 m².
Cámara1: 4,50 m².
Cámara2: 4,38 m².
Cámara3: 5,84 m².

- Superficie del forjado entre plantas: 400 m².
- Superficie de la terraza: 136,02 m².
- Superficie de la planta primera: 233,02 m².

Comedor P1: 183,55 m².
Vestuario1: 5,05 m².
Vestuario2: 5,05 m².
Oficina: 7,60 m².
Preparación: 8,25 m².
Servicio caballeros P1: 9,83 m².
Servicio señoras P1: 10,60 m².

- Superficie del forjado de cubierta: 253,75 m².
- Superficie de la cubierta: 233,02 m².
- Volumen planta baja: 1.215,64 m³.

Comedor P0: 733,76 m³.
Servicio señoras P0: 34,24 m³.
Servicio caballeros P0: 31,75 m³.
Servicio minusválidos: 16,67 m³.
Cocina: 189,50 m³.
Repostería: 19,54 m³.
Lavado: 29,39 m³.
Preparación platos fríos: 21,12 m³.
Mantenimiento: 11,63 m³.
Almacén: 17,02 m³.

- Volumen planta primera: 694,40 m³.

Comedor P1: 546,98 m³.

Vestuario1: 15,05 m³.
Vestuario2: 15,05 m³.
Oficina: 22,65 m³.
Preparación: 24,59 m³.
Servicio caballeros P1: 29,29 m³.
Servicio señoras P1: 31,59 m³.

1.4.3. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS CERRAMIENTOS

1.4.3.1. Cerramientos exteriores

1.4.3.1.1. Fachadas

Denominamos fachada al conjunto de elementos constructivos estructurales cuya función consiste en cerrar, proteger y aislar el interior del edificio de los factores atmosféricos, climáticos y acústicos exteriores. Este elemento de cerramiento está formado por varias hojas con sus funciones específicas diferenciadas.

Todas las fachadas que componen el perímetro del edificio son del mismo tipo, fachada de pared cara vista. Está compuesta por diversas capas u hojas de materiales con un espesor total de 28 cm (ver detalle plano de distribución y mobiliario), las cuales se muestran a continuación. El aislamiento acústico que ofrece este tipo de fachadas es de 47,7 dB(A).

Capas u hojas que forman la fachada del edificio:

1. $\frac{1}{2}$ Pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 50 mm; espesor 5 cm.
2. Tabicón de LH doble (60 mm < E < 90 mm); espesor 7,5 cm.
3. Cámara de aire (Poliuretano proyectado; espesor 4 cm); espesor 6 cm.
4. Tabicón de LH doble (60 mm < E < 90 mm); espesor 7,5 cm.
5. Mortero de cemento para revoco/enlucido 1.250 < d < 1.450; espesor 2 cm.

En las fachadas de que delimitan los comedores y la oficina de gestión, se aplicará en su cara interna un enlucido de yeso con un grosor de 2 cm. El resto de fachadas que delimitan con el exterior las dependencias de la zona de cocina, vestuarios, lavabos y zona de preparación de la primera planta tendrán un acabado interno de material cerámico, con un espesor aproximado de 2 cm, compuesto por la pasta de pegado y la baldosa cerámica.

1.4.3.1.2. Forjado sanitario

Denominamos forjado sanitario o de saneamiento a aquel forjado que se construye en el edificio a nivel del terreno natural, y cuyo objetivo es aislarlo del mismo.

El forjado sanitario a efectos de cálculo para climatización y ventilación lo hemos considerado con un espesor de 30 cm y pequeñas oberturas de ventilación en la cámara de aire, dicha cámara de aire presenta una altura de entre 75-100 cm.

Los elementos principales del forjado sanitario lo constituyen las viguetas autorresistentes o autoportantes y las bovedillas que serán de material cerámico. La altura de las bovedillas será de 25 cm aproximadamente, y la capa de compresión con su reparto de armaduras tendrá una anchura de 5 cm.

1.4.3.1.3. Puertas con el exterior

En el local existen dos tipos de puertas según función que realizan:

- Puertas acristaladas:

La entrada principal al local está formada por una puerta acristalada simple abatible de doble hoja con unas dimensiones de 200 x 230 cm, y un espesor del vidrio de 10 mm.

La puerta de paso a la terraza de la planta superior es acristalada corredera manual con unas dimensiones de 200 x 220 cm. Está formada por acristalamiento doble de 6 mm de grosor cada hoja y con cámara de aire de 6 mm (6+6+6 mm), montada sobre carpintería blanca de PVC.

- Puertas metálicas:

El local dispone de una puerta de salida de emergencia situada en el comedor de la planta baja, con unas dimensiones de 120 x 200 cm. La puerta es del tipo metálica cortafuegos de dos hojas pivotantes de 600+600 x 2000 mm, homologada RF-120, con apertura a (derecha) (izquierda), de color blanco RAL 9002, construida con dos chapas de acero galvanizado, cámara intermedia de lana de roca ignífuga de densidad= 180 Kg/m³, cerradura embutida y cremón de cierre automático como el modelo Ignistop-E de Puertas Cubells o similar. Marco para tabique del 7 de chapa de acero galvanizado de 1,5 mm de espesor, con 6 garras para fijación a obra y termoexpandente en toda su superficie. Barra antipánico basculante modelo F2 preinstalada para puerta de dos hojas con placa y manilla exterior y cilindro patent actuando sobre cerradura pánico. Con un conjunto cierrapuertas-selector para puertas de dos hojas modelo CS-P con guía deslizante premontado.

Existe una puerta de avituallamiento cercana a la zona de cámaras y cocina, con unas dimensiones de 85 x 200 cm. La puerta es del tipo metálica cortafuegos de una hoja pivotante de 850 x 2000 mm, homologada RF-60, con apertura a (derecha) (izquierda), de color blanco RAL 9002, construida con dos chapas de acero galvanizado, cámara intermedia de lana de roca ignífuga de densidad=180Kg/m³, cerradura embutida y cremón de cierre automático como el modelo Ignistop-E o similar. Marco para tabique

del 7 de chapa de acero galvanizado de 1.5 mm de espesor, con 6 garras para fijación a obra y termoexpandente en toda su superficie. Barra antipánico basculante modelo F1 preinstalada para puerta de una hoja con placa y manilla exterior y cilindro patent actuando sobre cerradura pánico. Con un conjunto cierrapuertas-selector modelo CEP/D con guía deslizante premontado.

1.4.3.1.4. Ventanas

Todas las ventanas del edificio son del mismo tipo, formadas por acristalamiento doble de 6mm de espesor cada hoja y cámara de aire de 6 mm de espesor, montado en carpintería blanca de PVC. Los marcos de la carpintería en PVC y las hojas están unidas por termofusión. Disponen de burletes perimetrales en marcos y hojas, asegurando absoluta estanqueidad (Imagen 1.4.1)

Todas las ventanas presentan las mismas dimensiones de 150 x 110 cm, excepto las ventanas situadas en los lavabos y vestuarios que tienen unas dimensiones de 50 x 50 cm.



Imagen 1.4.1. Detalle ventana de doble hoja con cámara de aire y carpintería de PVC.

1.4.3.2. Cerramientos interiores

1.4.3.2.1. Forjado entre plantas

El forjado es un elemento estructural, generalmente horizontal, que recibe directamente las cargas y las transmite a los restantes elementos de la estructura. El forjado es un elemento resistente que forma una losa continua y que constituye el piso de cada planta. La función de un forjado es la de servir de techo para la planta inferior del mismo y de suelo para la planta superior. Así pues, separa dos plantas en un edificio. Puede darse el caso de que sea la última planta, con lo que servirá de techo para la última planta y de soporte para la cubierta.

Las funciones principales del forjado son:

- Recibir las cargas y transmitirlas a las vigas y/o pilares y, a través de éstos, a la cimentación y al terreno.

- Dar rigidez transversal a las vigas.
- Incrementar la capacidad resistente a flexión y torsión de éstas.
- Solidarizar horizontalmente los entramados a nivel de cada planta.

A efectos de cálculo para las cargas térmicas hemos considerado un forjado unidireccional de 30cm de canto, con 25 cm de altura de la bovedilla + 5 cm de la capa de compresión. Dicho forjado está armado en una sola dirección con lo que trabaja a flexión en un solo eje.

El forjado considerado está formado por viguetas de hormigón dispuestas en una misma dirección y apoyadas sobre elementos estructurales de mayor función estática, como son las jácenas. Entre las viguetas se disponen las bovedillas, que son bloques cerámicos con la función de aligerar el peso propio del forjado.

A continuación se constituye el relleno de senos y la capa de compresión. Es indispensable rellenar con una capa de compresión de hormigón de resistencia F_{ck} :250 Kg/cm² con una altura mínima de 5 centímetros sobre la bovedilla. Antes del vertido del hormigón se colocarán las armaduras de negativos y el mallazo de reparto encima de la vigueta con un recubrimiento de 3 o 4 centímetros (imagen 1.4.2.).

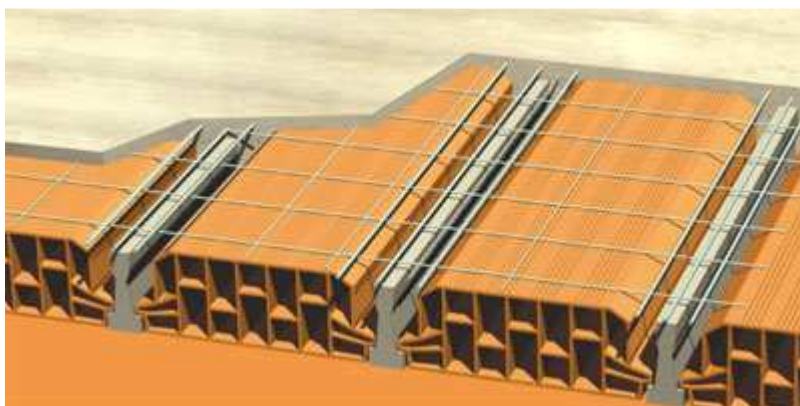


Imagen 1.4.2. Forjado unidireccional con vigueta autoportante de hormigón pretensado.

1.4.3.2.2. Particiones interiores

Falso techo

El falso techo está formado por placas de escayola de 600 x 600 mm de 2 cm de grosor, colocadas mediante un sistema desmontable oculto. Dejando una altura o hueco entre el forjado y el falso techo de 75 cm para la planta baja y 50 cm para la primera planta. Las placas están provistas de un ranurado lateral en dos de sus lados, siendo los dos restantes lisos, de modo que quedan atestadas y con el perfil de sujeción oculto.

Para la instalación del falso techo se marca el lugar donde serán colocados los perfiles primarios cada 60 cm, montando los perfiles en la longitud más larga (de fachada principal a

opuesta), y tomando como inicio el centro de la superficie. Se traza en el forjado los puntos donde se instalarán los perfiles separando las hiladas 60 cm y fijando los cuelgues cada 90 cm. Se colocarán galgas para evitar el balanceo de los perfiles. Por último, se colocarán las placas a lo largo de los perfiles, apoyándolas en primer lugar en el costado de la ranura y dejándola caer suavemente (ver pasos en la imagen 1.4.3.).

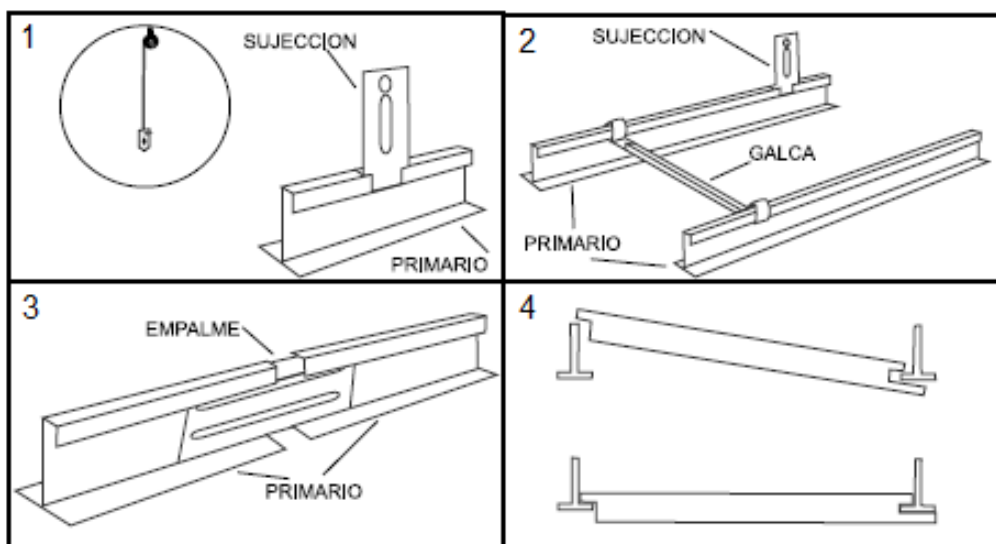


Imagen 1.4.3. Esquema de montaje oculto del falso techo de escayola.

Tabiquería interior

El tabique, es un elemento constructivo que se realiza para cerrar o dividir un espacio interior. Un tabique es una división fija, sin función estructural, y su construcción se puede llevar a cabo con distintos materiales: ladrillos, placas de yeso, baldosas de cerámica, etc.

En el local hemos diferenciado entre tres tipos de tabiques según la zona o espacio a cerrar, los cuales son:

- Las capas u hojas que forman los muros o tabiques interiores del grupo 1, están formadas por las capas mostradas a continuación. Presentan un grosor total de 13 cm y un aislamiento acústico de 37,1 dB(A).
 1. Enlucido de yeso; espesor 1,5 cm.
 2. Mortero de cemento; espesor 1,5 cm.
 3. Ladrillo cerámico hueco doble (LHD); espesor 7 cm.
 4. Mortero de cemento; espesor 1,5 cm.
 5. Enlucido de yeso; espesor 1,5 cm.
- Las capas u hojas que forman los muros o tabiques interiores del grupo 2, están formadas por las capas mostradas a continuación. Presentan un grosor total de 11,5 cm y un aislamiento acústico de 35,6 dB(A).

1. Enlucido de yeso; espesor 2 cm.
 2. Ladrillo cerámico hueco doble (LHD); espesor 7,5 cm.
 3. Enlucido de yeso; espesor 2 cm.
- Las capas u hojas que forman los muros o tabiques interiores del grupo 3, están formadas por las capas mostradas a continuación. Presentan un grosor total de 9 cm y un aislamiento acústico de 36,8 dB(A).
1. Enlucido de yeso; espesor 2 cm.
 2. Ladrillo cerámico hueco sencillo (LHS); espesor 5 cm.
 3. Enlucido de yeso; espesor 2 cm.

Los tabiques del grupo 1 son los encargados de cerrar la zona de cocina con el comedor principal, incluimos en la zona de cocina las dependencias de preparación de repostería, preparación de platos fríos, zona de lavado, almacenes y cámaras. Estos tabiques en ocasiones sustituirán la última capa de enlucido de yeso por baldosa cerámica de un grosor no mayor a 1 cm y de color blanco.

Los tabiques del grupo 2 son los que delimitan las zonas de lavabos y vestuarios de los comedores de cada planta, de la misma forma son usados en la tabiquería de la zona de preparación de la planta alta (se sustituye una de las capas de enlucido de yeso por baldosa cerámica) y en la oficina.

Por último, los tabiques del grupo 3 únicamente son utilizados en las divisiones dentro de cada lavabo (separación de inodoros).

1.4.3.2.3. Puertas interiores

Todas las puertas interiores son de madera aglomerada y abatibles, de hoja simple o compuesta. Presenta una altura común de 220 cm y varían en anchura según la dependencia tomando las dimensiones de 75 y 100 para puertas de una hoja y 150 cm para puertas de doble hoja.

1.4.3.3. Terraza

Aunque perteneciente al grupo cerramientos exteriores, hemos considerado explicarla aparte. Del tipo cubierta plana transitable.

La terraza será del tipo cubierta plana sobre el forjado de entre plantas en que el aislante está situado por encima de la lámina de impermeabilización. Este sistema posibilita que el aislamiento proteja simultáneamente la estructura y la lámina de impermeabilización, mejorando la durabilidad de esta última. Son cubiertas cuyo uso está destinado al tránsito de

MEMORIA

personas. En este tipo de cubiertas, el acabado más adecuado será el de baldosas recibidas con mortero.

Cubierta cuyo soporte estructural está formado por un forjado unidireccional de 25 + 5 cm, constituida por las siguientes capas de materiales (ver imágenes 1.4.4. y 1.4.5.):

1. Formación de pendientes con hormigón celular de espesor medio de 5 cm y capa de mortero de regularización de un espesor mínimo de 3 cm respetando los parámetros del CTE (depresión de aproximadamente 3 cm, en una superficie de 50 cm x 50 cm).
2. Capa separadora constituida por geotextil no tejido a base de polipropileno y polietileno, antialcalino, con resistencia a la perforación de 1500 N tipo TERRAM 1000 con solapes de 10 cm como mínimo.
3. Membrana impermeabilizante formado por la lámina de pvc VINITEX MFV de 1,2 mm de espesor, armada con malla de fibra de vidrio, resistente a intemperie con solapes entre láminas de 5 cm.
4. Capa separadora de protección formada por geotextil de fibra corta de poliéster con resistencia al punzonamiento estático de 714 N tipo ROOFTEX 250 o similar, con solapes de 10 cm como mínimo.
5. Colocación de aislamiento térmico de poliestireno extruido de resistencia de compresión de 3kg/cm² y de espesor 40 mm ROOFMATE SL 40.
6. Capa separadora de geotextil no-tejido termosoldado a base de fibra corta de poliéster, resistencia al punzonamiento estático de 696 N tipo ROOFTEX 200.
7. Acabado con mortero de regularización de al menos de 3 cm de espesor y embaldosado cerámico. Instalación bajo Norma UNE 104.416.

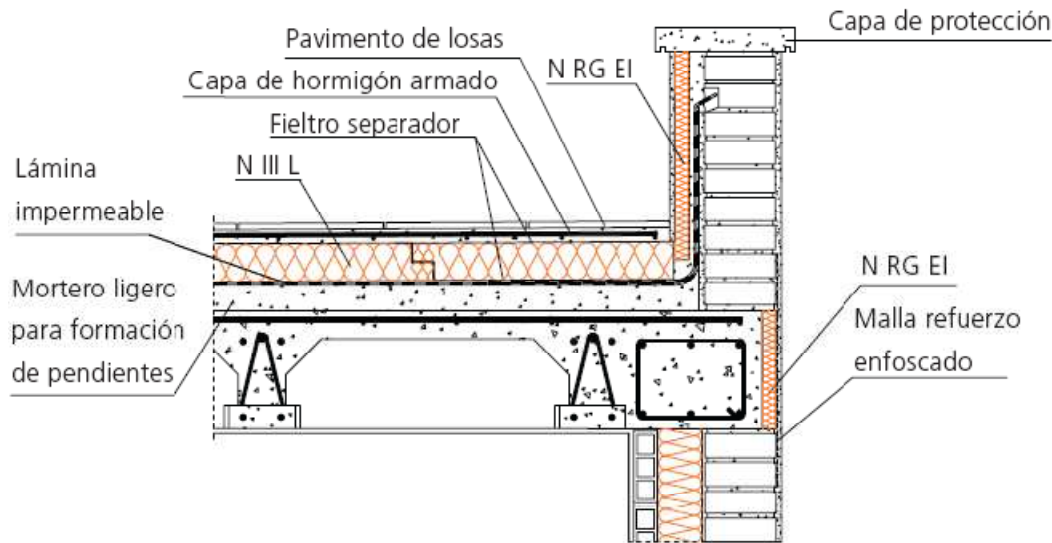


Imagen 1.4.4. Detalle en sección de la terraza.

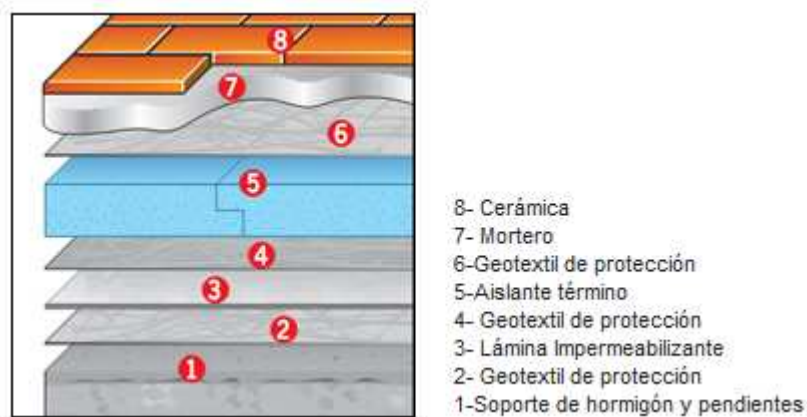


Imagen 1.4.5. Capas de cubierta plana invertida transitable (terraza).

1.4.3.4. Cubierta

Aunque perteneciente al grupo cerramientos exteriores, hemos considerado explicarla aparte. Del tipo cubierta plana invertida no transitable.

La cubierta será del tipo plana invertida no transitable. Es una cubierta plana sobre el forjado del techo en que el aislante está situado por encima de la lámina de impermeabilización. Este sistema posibilita que el aislamiento proteja simultáneamente la estructura y la lámina de impermeabilización, lo que mejora la durabilidad de esta última. La cubierta será visitable únicamente a efectos de su mantenimiento o reparación, o del mantenimiento de las instalaciones ubicadas en ella.

La cubierta invertida estará acabada con grava. Sustancialmente se proyecta cuando la estructura portante venga recubierta de una lámina impermeabilizante (sintética o no), sobre la que se dispone el aislante que se protege de la radiación UV y de la intemperie por medio de la

grava. Este tipo de soluciones de aislamiento de la cubierta plana viene recomendada porque protege la lámina impermeabilizante de las condiciones atmosféricas. En consecuencia, el aislante queda expuesto a la intemperie y, en particular, al agua de lluvia que, descendiendo fría, robará calor al techo. Este efecto conocido con el nombre de efecto de enfriamiento, determina la necesidad de usar un coeficiente de seguridad en el diseño. El tipo de aislamiento a emplear deberá poseer las propiedades siguientes:

- Buena resistencia al agua y humedad.
- Mantenimiento de sus propiedades en ambiente húmedo.
- Resistente a los ciclos de hielo-deshielo.
- Buena resistencia a la compresión.
- Buenas características aislantes.
- Buen comportamiento al fuego.
- El material que, sin duda, encaja en esta descripción es el poliestireno extruido.

Cubierta cuyo soporte estructural está formado por un forjado unidireccional de 25 + 5 cm. La cubierta estará constituida por las siguientes capas (ver imágenes 1.4.6. y 1.4.7.):

1. Formación de pendientes con hormigón celular de espesor medio de 5 cm y capa de mortero de un espesor mínimo de 3 cm. respetando los parámetros del CTE (depresión de aproximadamente 3 cm, en una superficie de 50 cm x 50 cm).
2. Capa separadora constituida por geotextil no tejido a base de polipropileno y polietileno, antialcalino, con resistencia a la perforación de 1500 N tipo TERRAM 1000 con solapes de 10 cm como mínimo.
3. Membrana impermeabilizante formado por la lámina de poliolefina termoplástica (TPO), reforzada con malla de poliéster, TEXSALON MP de 1.14 mm de espesor. Designada según apoyada por los certificados de calidad de BBA (Reino Unido) y UL.
4. Colocación de aislamiento térmico de poliestireno extruido de resistencia de compresión de 3kg/cm² y de espesor 40 mm ROOFMATE SL 40.
5. Capa separadora de geotextil no-tejido termosoldado a base de polipropileno y polietileno, resistencia a la perforación de 1500 N tipo TERRAM 1000
6. Acabado con canto rodado de 16 a 32 mm de diámetro y un espesor medio de 5-6 cm.

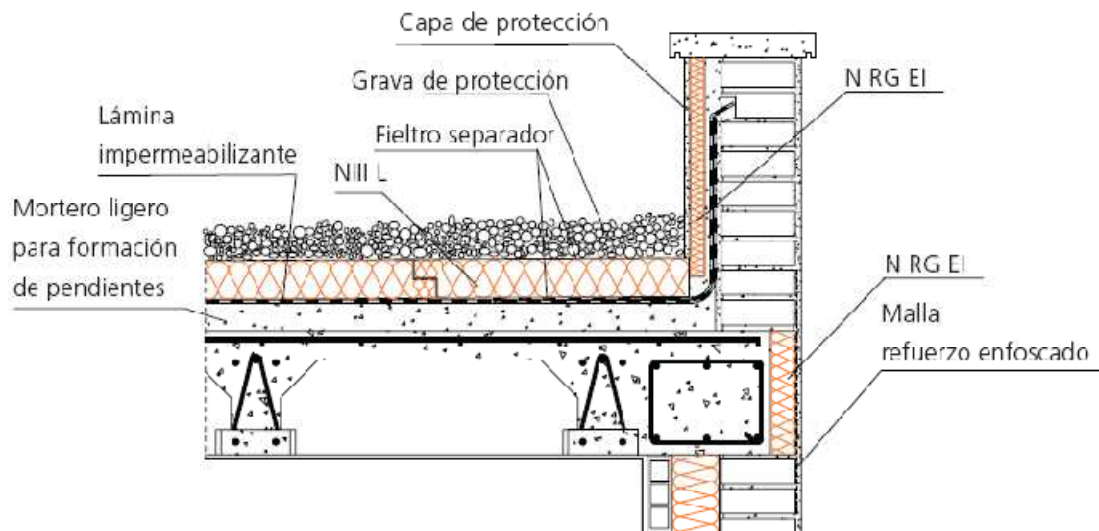


Imagen 1.4.6. Detalle en sección de la cubierta.

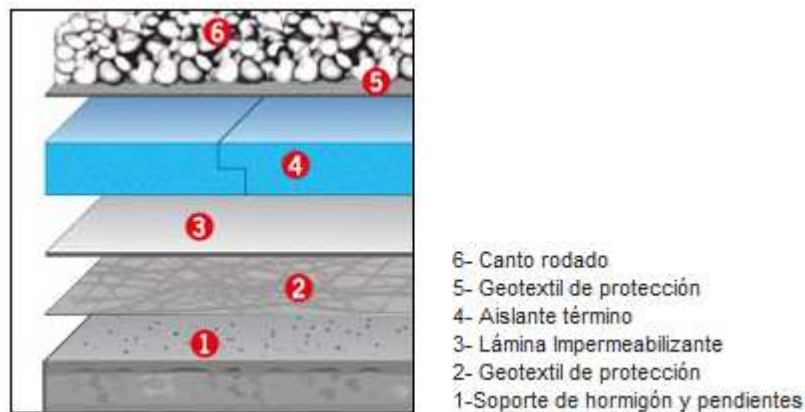


Imagen 1.4.7. Capas de la cubierta plana invertida no transitable.

1.4.4. PLANTAS Y USO DE LAS DEPENDENCIAS DEL LOCAL

1.4.4.1. Plantas del local

El edificio está formado por dos plantas, planta baja y planta primera, en las cuales están alojadas todas las dependencias del local.

1.4.4.2. Uso de las dependencias

Planta baja o principal:

- Comedor PB: comedor principal del restaurante, sala destinada al servicio del público. Sala dispuesta con mesas de diferentes capacidades que alberga una barra bar; que ofrecerá servicios en momentos de espera a ocupar plaza de comensal.

- Servicio señoras PB: servicio destinado al uso de mujeres, formado por tres inodoros independientes y tres lavabos.
- Servicio caballeros PB: servicio destinado al uso de hombres, formado por dos inodoros independientes, tres urinarios y dos lavabos.
- Servicio minusválidos: servicio destinado al uso exclusivo de clientes con discapacidades. Formado por un lavabo y un inodoro, adaptados al uso de este público.
- Cocina: zona donde se preparará la gran parte de los alimentos ofrecidos al público. Alojará todos los elementos necesarios para la preparación de alimentos, así como gran parte de la vajilla, cristalería y cubertería. Estará equipada de la maquinaria necesaria para cocer, freír, asar, hornear y brasear los alimentos.
- Repostería: zona destinada exclusivamente a la preparación de alimentos de repostería y dulces. Alojará todos los objetos destinados a este uso.
- Sala de lavado: sala donde se realizará el lavado de la mayoría de utensilios de cocina, así como de la vajilla, cubertería, cristalería, mantelería y vestuario. Dispondrá de un fregadero adaptado, dos lavavajillas y una lavadora.
- Preparación platos fríos: zona destinada a la preparación de platos que no requieren un tiempo de cocción o bien este es escaso (ensaladas, platos crudos,...). Alojará todos los objetos destinados a este uso.
- Mantenimiento: sala donde se controlará el uso de las instalaciones de energía y agua del local.
- Almacén: sala destinada a almacenar utensilios y productos de cocina. Dispone de un montacargas para el envío de alimentos a la primera planta.
- Cámara1: cámara frigorífica principal, destinada a conservar frescos los diferentes tipos de alimentos.
- Cámara2: cámara compuesta por una cámara frigorífica y una cámara de congelación. Se usará para conservar los alimentos procedentes del mar.
- Cámara3: cámara compuesta por una cámara frigorífica y una cámara de congelación. Se usará para conservar los alimentos de origen cárnico.

- Escaleras: plano inclinado de paso en sentido ascendente y descendente de una planta a otra, mediante la descomposición de la distancia vertical en escalones adaptados a la medida de un paso.

Planta primera:

- Comedor P1: comedor secundario del restaurante, sala destinada al servicio del público. Sala dispuesta con mesas de diferentes capacidades que alberga una barra bar.
- Vestuario1: sala donde los trabajadores de sexo masculino del local podrán cambiarse la ropa diaria por el vestuario de trabajo. Dispone de un lavabo y armarios guardarropa.
- Vestuario2: sala donde los trabajadores de sexo femenino del local podrán cambiarse la ropa diaria por el vestuario de trabajo. Dispone de un lavabo y armarios guardarropa.
- Oficina: sala desde la cual se podrá llevar la contabilidad, así como los pedidos de alimentos y productos.
- Preparación: zona de recepción de los alimentos procedentes de cocina, mediante el montacargas y preparación de servicios mínimos.
- Servicio caballeros P1: servicio destinado al uso de hombres, formado por dos inodoros independientes, tres urinarios y dos lavabos.
- Servicio señoras P1: servicio destinado al uso de mujeres, formado por tres inodoros independientes y tres lavabos.

1.5. INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BT

1.5.1. OBJETIVO

El objeto del presente apartado es definir las partes que componen la instalación eléctrica de Baja Tensión, para el acondicionamiento de un restaurante. Este apartado establece y justifica las condiciones técnicas y económicas de ejecución de la instalación eléctrica, de características normalizadas cuyo fin es suministrar energía eléctrica en baja tensión a todas las instalaciones.

Una instalación eléctrica debe de distribuir la energía eléctrica a los equipos conectados de una manera segura y eficiente. Además, algunas de las características que debe de poseer son:

1. Confiables, es decir que cumplan el objetivo para lo que son, en todo tiempo y en toda la extensión de la palabra.
2. Eficientes, es decir, que la energía se transmita con la mayor eficiencia posible.
3. Económicas, o sea que su costo final sea adecuado a las necesidades a satisfacer.
4. Flexibles, que se refiere a que sea susceptible de ampliarse, disminuirse o modificarse con facilidad, y según posibles necesidades futuras.
5. Simples, o sea que faciliten la operación y el mantenimiento sin tener que recurrir a métodos o personas altamente calificados.
6. Agradables a la vista, pues hay que recordar que una instalación bien hecha simplemente se ve “bien”.
7. Seguras, o sea que garanticen la seguridad de las personas y propiedades durante su operación común.

1.5.2. INTRODUCCIÓN

Se le llama instalación eléctrica al conjunto de elementos que permiten transportar y distribuir la energía eléctrica, desde el punto de suministro hasta los equipos que la utilicen. Entre estos elementos se incluyen: tableros, interruptores, transformadores, bancos de capacitores, dispositivos, sensores, dispositivos de control local o remoto, cables, conexiones, contactos, canalizaciones, y soportes.

Las instalaciones eléctricas instaladas en el local serán de tipo; abiertas (conductores visibles), aparentes (en ductos o tubos), ocultas, (dentro de paneles o falsos plafones), y ahogadas (en muros, techos o pisos).

La instalación eléctrica en baja tensión, es el medio mediante el local restaurante se abastece de energía eléctrica para el funcionamiento de los aparatos instalados, que necesiten de ella. Es importante tener en cuenta los reglamentos que debemos cumplir para garantizar un buen y duradero funcionamiento, es por eso que la finalidad del trabajo es que en una circunstancia dada sepamos actuar adecuadamente y cuidar nuestra integridad física mediante el uso de protecciones.

1.5.3. NORMATIVA PARTICULAR

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias (ITC) BT 01 a BT 51.
Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología. B.O.E.: Suplemento al nº 224, de 18 de septiembre de 2002.
- DB SU Seguridad de utilización.
Código Técnico de la Edificación (CTE). Parte II. Documento Básico SU.
Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, del Ministerio de Vivienda.
- Norma Básica de la Edificación NBE-CA-88. Condiciones acústicas de los edificios.

Orden de 29 de septiembre de 1988, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
B.O.E.: 8 de octubre de 1988.

1.5.4. DEMANDA DE CONSUMO DE LA INSTALACIÓN

1.5.4.1. Circuitos de la instalación en baja tensión

Los circuitos derivados de la instalación eléctrica en baja tensión, distribuidos para el correcto suministro eléctrico de los aparatos receptores, los mostramos a continuación en la siguiente tabla:

Circuitos
C1 Alumbrado Comedor PB y cocina
C2 Fuerza maquinas cocinas
C3 Alumbrado Lavabos y zona cocina
C4 Enchufes2 PB
C5 Enchufes cocinas
C6 Enchufes PB
C7 Fuerza seca-manos
C8 Alumbrado Comedor P1
C9 Horno Rational self
C10 Alumbrado Lavabo y vestuarios P1
C11 Enchufes P1
C12 Enchufes P2
C13 Lavavajillas y lavadora
C14 Campanas extractoras (off)
C15 cámaras y elevador
C16 Armarios fríos
C17 Fancoils
C18 Climatizadora ext.
C19 Ventilador extracción P1
C20 Alumbrado Emergencia
C21 Ventiladores de cocina
C22 Grupo de presión con calderín
C23 Elementos instalación ACS P1
C24 Ventiladores extracción PB
C25 Ventiladores lavabos, vestuarios y ofic.

Tabla 1.5.1. Circuitos de la instalación eléctrica en baja tensión.

1.5.4.2. Consumo de la instalación y sus aparatos

Acometida

MEMORIA

Alumbrado

Cuadro de distribución	15.160,00 W
Total	15.160,00 W

Fuerza

Cuadro de distribución	160.345,82 W
Total	160.345,82 W

Resumen

Alumbrado	15.160,00 W
Fuerza	160.345,82 W
Total	175.505,82 W

Cuadro de distribución

Alumbrado

21 Uds. C1 Fluorescente compacto (2x32w) × 64,00W c.u.	1.344,00 W
14 Uds. C1 Fluorescente compacto (26W) × 26,00W c.u.	364,00 W
10 Uds. C1 Fluorescentes (2x36W) × 72,00W c.u.	720,00 W
12 Uds. C1 Lámpara (100W) × 100,00W c.u.	1.200,00 W
8 Uds. C1 Fluorescente compacto (2x32w) × 64,00W c.u.	512,00 W
32 Uds. C10 Lámpara (60W) × 60,00W c.u.	1.920,00 W
7 Uds. C10 Fluorescente (2x36W) × 72,00W c.u.	504,00 W
4 Uds. C10 Fluorescente (1x36W) × 36,00W c.u.	144,00 W
23 Uds. C3 Lámpara (100W) × 100,00W c.u.	2.300,00 W
43 Uds. C20 Fluorescente de emergencia (1x16w) × 16,00W c.u.	688,00 W
5 Uds. C3 Fluorescente (2x36W) × 72,00W c.u.	360,00 W
7 Uds. C3 Fluorescente compacto (26W) × 26,00W c.u.	182,00 W
3 Uds. C3 Fluorescente (1x36W) × 36,00W c.u.	108,00 W
35 Uds. C3 Lámpara (60W) × 60,00W c.u.	2.100,00 W
9 Uds. C9 Fluorescente compacto (26W) × 26,00W c.u.	234,00 W
20 Uds. C9 Fluorescente compacto (2x32W) × 64,00W c.u.	1.280,00 W
2 Uds. C10 Lámpara (100W) × 100,00W c.u.	200,00 W
10 Uds. C9 Lámpara (100W) × 100,00W c.u.	1.000,00 W
Total	15.160,00 W

Fuerza

C11 Toma Botellero 2000 inox.	3.450,00 W
2 Uds. C13 Lavavajillas × 5.294,12W c.u.	10.588,24 W
2 Uds. C5 Electrodomésticos × 2.300,00W c.u.	4.600,00 W
C13 Lavadora	3.882,35 W
C15 Montacargas	1.470,59 W
C15 Cámara frigorífica (1200W)	1.411,76 W
C15 Cámara frigorífica 1 (700W)	823,53 W
C15 Cámara congelación 1 (1200W)	1.411,76 W
C15 Cámara frigorífica 2 (700W)	823,53 W
C15 Cámara congelación 2 (1200W)	1.411,76 W
C16 Armario frío 4 puertas	911,11 W
3 Uds. C16 Nevera-congelador × 470,59W c.u.	1.411,76 W
C16 Armario congelación	738,82 W
C16 Armario de conservación	258,82 w
C16 Armario frío 4 puertas	964,71 W
C16 Botellero 2000 Inox.	411,76 W
C16 Botellero 2000 inox.	411,76 W
C17 FANCOIL 4	952,94 W
C17 FANCOIL 5	1.882,35 W
C17 FANCOIL 2	705,88 W
C17 FANCOIL 3	952,94 W
C17 FANCOIL 1	705,88 W
C18 CLIMATIZADORA EXTERIOR	48.117,65 W
C19 Ventilador extracción P1	2.352,94 W
C12 Toma 10A 2	2.300,00 W
C2 Cocinas-horno gas	2.300,00 W
C2 Barbacoa a gas	920,00 W
C2 Cocina-horno eléctrica platos fríos	5.750,00 W
C23 Termo acumulador eléctrico	2.300,00 W
C23Cable calefactor para Agua Caliente Sanitaria	690,00 W
C2 Freidora eléctrica	5.750,00 W
C2Horno convección	3.450,00 W
C2 Cocina-horno eléctrica repostería	5.750,00 W
C7 Toma secamanos minusválidos	1.840,00 W
C7 Toma secamanos caballeros PB	1.840,00 W
C7 Toma secamanos señoras PB	1.840,00 W
C7 Toma secamanos vestuario mujeres	1.840,00 W
C7 Toma secamanos vestuario hombres	1.840,00 W
C7 Toma secamanos caballeros P1	1.840,00 W
C7 Toma secamanos señoras P1	1.840,00 W
C21 Ventilador aportación cocinas	882,35 W

MEMORIA

C21 Ventilador extracción campanas	4.705,88 W
C22 Grupo de presión con calderín	658,82 W
C24 Ventilador extracción PB1-B	2.352,94 W
C24 Ventilador extracción PB1-A	2.352,94 W
C25 Ventilador extracción lavabo minusválidos	23,53 W
C25 Ventilador extracción lavabo hombres PB	41,18 W
C25 Ventilador extracción lavabo mujeres PB	41,18 W
2 Uds. C25 Ventilador extracción vestuario × 23,53W c.u.	47,06 W
C25 Ventilador extracción lavabo hombres P1	41,18 W
C25 Ventilador extracción lavabo mujeres P1	41,18 W
C25 Ventilador extracción oficina	23,53 W
C4 Toma cafetera	3.450,00 W
C9 Rational self cooking center	12.941,18 W

Total	160.345,82 W
-------	--------------

Resumen

Alumbrado	15.160,00 W
Fuerza	160.345,82 W
Total	175.505,82 W

1.5.5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN

1.5.5.1. Suministro de energía eléctrica

Dada la importancia de la instalación, el criterio fundamental a tener en cuenta es la seguridad de servicio y fiabilidad, para ello el suministro general se efectuará por la compañía suministradora.

En el proceso de suministro la compañía eléctrica marca plazos de ejecución, después de proceder a solicitar suministro, o ampliación de potencia de un suministro, compañía emite un presupuesto con unos plazos de ejecución orientativos, los cuales dependen en gran parte de concesión de licencias por parte del ayuntamiento correspondiente.

Se realizará una instalación de toma de tierra que cumpla con los valores especificados en la presente memoria.

La tensión de servicio se preverá para 400/230v y la potencia necesaria estará de acuerdo con los cálculos justificativos anexados, en cada caso.

La instalación se proyectará a partir una centralización de contadores con los elementos de derivación, seccionamiento, protección y medida necesarios. Todo ello estará ubicado en la

zona acordada con la Cía. En cada caso y preferiblemente en armario realizado para el equipo de medida y con cerradura normalizada. Esta zona deberá ser un sector de incendios independiente y poseer puerta rf-90 y paredes rf-120.

La ubicación del cuadro de medida se ve reflejada en planos adjuntos en centralización de contadores de la finca, se adjunta hoja de características de grupo de contaje localizado en el interior de armario tipo T-30, este armario es el homologado por compañía para una potencia contratada de 105 kw, potencia que se obtiene de los cálculos justificativos adjuntos.

Desde el interruptor de baja partirá la derivación individual hasta el cuadro general de distribución, el cual estará ubicado en un armario específico para este uso, ubicado en el cuarto de mantenimiento. Este armario deberá ser resistente al fuego, tal como marca normativa de incendios, por pasar toda la potencia contratada por el mismo.

En nuestro caso la protección debe ponerse únicamente en el CGD o cuadro de contaje, por no sobrepasar los 50 m máximos marcados por compañía, a su vez la protección colocada debe tener toroidal diferencial por transcurrir y cruzar con otras instalaciones las cuales tiene un mantenimiento periódico, por lo que se decide colocar este toroidal diferencial con tal de proteger a las personas que trabajen cerca de estas acometidas en caso de contacto accidental.

Desde el C.G.D. toda la instalación se subdividirá mediante subcuadros para las diferentes zonas y servicios que tendrá el local, diferenciando así, iluminación, fuerza, climatización, ventilación, etc. El sistema de distribución a utilizar será mediante cable de Cu de tensión V-750 bajo tubo para la alimentación a luminarias, mecanismos, etc. En el caso de cables multiconductores o de derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de tensión asignada 0,6/1 kV.

1.5.5.2. Contratación en BT

Para la contratación en baja tensión, una vez autorizado el suministro y pasada la correspondiente inspección de una OCA a nivel eléctrico, por tratarse de un local de pública concurrencia, y al tener instalados más de 50 kw en climatización, procedemos a decidir la tarificación a aplicar.

Hoy en día los contadores son electrónicos multifunción, con lo cual los armarios no cambian según la tarificación deseada, ya que no se tiene que colocar contador de activa, reactiva, tarificación nocturna... ya que el contador multifunción es programable para asumir todas estas funciones.

En el caso que nos trata, al resultar ser un restaurante donde el horario de funcionamiento es de 8:00 de la mañana a 1:30 de la madrugada, escogemos una tarificación tipo DH2, esta discriminación horaria nos permite tener 20 h al día de tarifa plana y 4h de tarifa con un recargo del 40%.

1.5.5.3. Relación de potencias

Según las características del local, estimamos que se pueden dar las siguientes simultaneidades y por lo tanto resumimos el siguiente cuadro de potencias a instalar:

1.5.5.3.1. Potencia a instalar

MÁXIMA ADMISIBLE: 175,5 kW

A AUTORIZAR: 149,8 kW

A CONTRATAR: 105 kW

Entendemos como máxima admisible la potencia total instalada por sus respectivos coeficientes receptores, además para el cómputo de esta potencia se tiene en cuenta los coeficientes de simultaneidad aplicados por criterio de diseño.

Potencia a autorizar es la suma de potencias puras de cada elemento, sin tener en cuenta coeficiente receptor ni simultaneidad.

La potencia a contratar se obtiene después de aplicarle un coeficiente de simultaneidad general a la línea a partir de la potencia máxima admisible, este coeficiente de simultaneidad se ajusta a criterio de diseño y funcionalidad de acuerdo con las necesidades del cliente (explicadas en el anexo eléctrico) y las contrataciones dispuestas por compañía.

1.5.5.4. Acometida

Es parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la caja general de protección o unidad funcional equivalente (CPM). Los conductores serán de cobre o aluminio. Esta línea está regulada por la ITC-BT-11.

La acometida será del tipo aéreo subterránea. Es un tipo de acometida que se realiza parte en instalación aérea y parte en instalación subterránea.

El proyecto e instalación de los distintos tramos de la acometida se realizará en función de su trazado, de acuerdo con los apartados que le corresponden de esta instrucción, teniendo en cuenta las condiciones de su instalación.

En el paso de acometidas subterráneas a aéreas, el cable irá protegido desde la profundidad establecida según ITC-BT-07 y hasta una altura mínima de 2,5 m por encima del nivel del suelo, mediante un conducto rígido de las características siguientes:

- Resistencia al impacto: Fuerte (6 julios).
- Temperatura mínima de instalación y servicio: - 5 °C.
- Temperatura máxima de instalación y servicio: + 60 °C.
- Propiedades eléctricas: Continuidad eléctrica / aislante.
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos: $D > 1 \text{ mm}$.

- Resistencia a la corrosión (conductos metálicos): Protección interior media, exterior alta.
- Resistencia a la propagación de la llama: No propagador.

Por último, cabe señalar que la acometida será parte de la instalación constituida por la empresa suministradora FECSA-ENDESA, por lo tanto su diseño debe basarse en las normas particulares de misma. Debido a esto el diseño de esta parte queda fuera del presente proyecto, con todo lo que ello conlleva, siendo el responsable de la misma la empresa suministradora.

1.5.5.5. Circuito de tierra

Las puestas a tierra se establecen con objeto, principalmente, de limitar la tensión que con respecto a tierra pueden presentar, en un momento dado, las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

La denominación "puesta a tierra" comprende toda ligazón metálica directa sin fusible ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo, o grupo de electrodos, enterrados en el suelo, con objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no existan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de falta o las de descarga de origen atmosférico.

Los electrodos artificiales que se utilizarán para constituir la toma tierra serán las picas verticales, pudiéndose utilizar también las placas enterradas, conductores enterrados horizontalmente y electrodos de grafito.

La red de tierras cumplirá con ITC-BT-18 y NTE 1973 IEP.

Las secciones mínimas de las líneas principales de tierra y sus derivaciones estarán dimensionadas de tal manera que la máxima corriente de falta no pueda provocar problemas ni en los cables ni en las conexiones.

La línea de tierra principal se realizara con cable desnudo de 35mm², hasta el cuadro general de protección, y las derivaciones individuales cumpliendo con la ITC-BT-18.

Los cables del circuito de tierra, serán lo más cortos posibles, (en el caso de las derivaciones) no estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y el desgaste mecánico.

Las conexiones de los cables con las partes mecánicas, se realizarán asegurando las superficies de contacto mediante tornillos, elementos de compresión, remates o soldadura de alto punto de fusión.

Está prohibido intercalar al circuito de tierra seccionadores, fusibles o interruptores que puedan cortar su continuidad.

Todas las masas y canalizaciones metálicas, estarán conectadas al circuito de protección de tierra.

1.5.5.6. Caja de protección y medida

Para el caso de suministros para un único usuario alimentado desde el mismo lugar conforme a los esquemas 2.1 y 2.2.1 de la Instrucción ITC-BT-12, al no existir línea general de alimentación, podrá simplificarse la instalación colocando en un único elemento, la caja general de protección y el equipo de medida; dicho elemento se denominará caja de protección y medida.

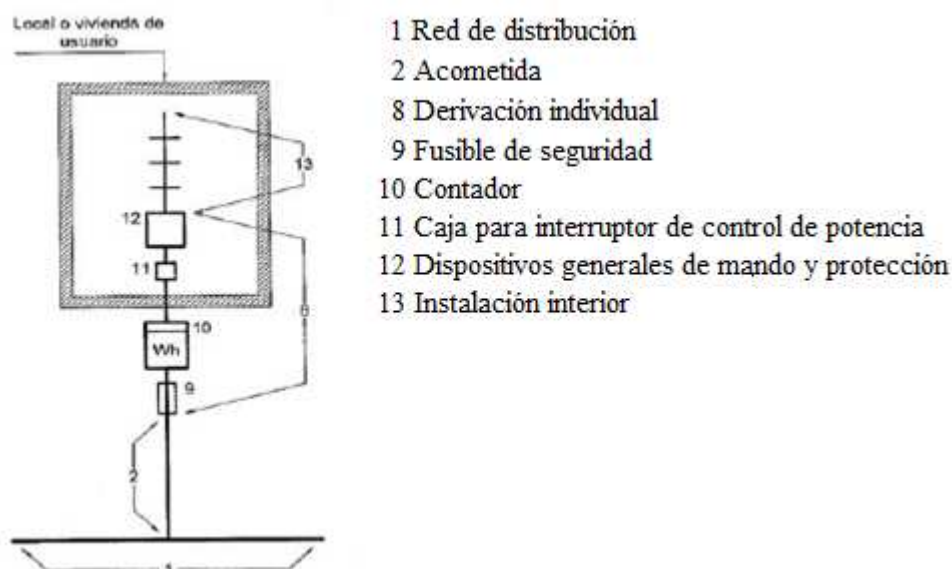


Imagen 1.5.1. Instalación de enlace para un solo usuario.

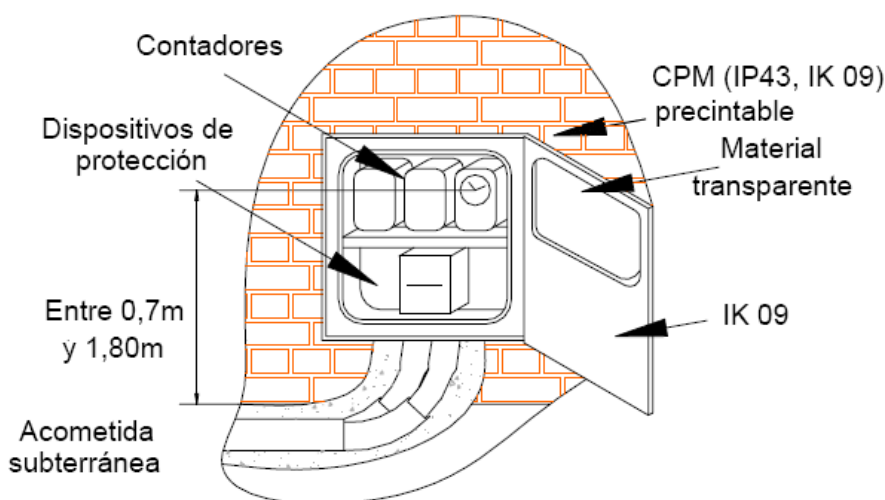


Imagen 1.5.2. Caja general de protección y medida (CPM) con acometida subterránea.

1.5.5.6.1. Emplazamiento e instalación

Es aplicable lo indicado en el apartado 2.3.3.1 del anexo de la instalación eléctrica, salvo que no se admitirá el montaje superficial. Además, los dispositivos de lectura de los equipos de medida deberán estar instalados a una altura comprendida entre 0,7 m y 1,80 m.

1.5.5.6.2. Tipos y características

La caja de protección y medida a utilizar corresponderá a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la Administración Pública competente, en función del número y naturaleza del suministro.

La caja de protección y medida cumplirá todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN 60.439 -1, tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la UNE-EN 60.439 -3, una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20.324 e IK09 según UNE-EN 50.102 y serán precintables.

La envolvente deberá disponer de la ventilación interna necesaria que garantice la no formación de condensaciones.

El material transparente para la lectura, será resistente a la acción de los rayos ultravioleta.

1.5.5.7. Contador

1.5.5.7.1. Generalidades

El contador a instalar vendrá fijado por el tipo de tarifa eléctrica contratada y deberá cumplir la norma UNE - EN 60.439. El grado de protección mínimo que habrán de cumplir estos aparatos será de IP 40; IK 09. El contador tendrá que permitir de forma directa la lectura de contadores e interruptores horarios así como el resto de dispositivos de medida.

Los cables serán de una tensión asignada de 450/750 V y los conductores de cobre, de clase 2 según la norma UNE-21.022 con un aislamiento seco; dichos cables, se identificarán según los colores prescritos a la ITC-BT-26. Los cables no serán propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.

Por lo que refiere a su punto de instalación, será en la misma caja de protección y medida según los tipos y características indicados en el apartado dos de la ITC - BT - 13 con un fusible protector en cada conductor de fase que acomete al contador y el dispositivo para discriminación horaria.

Dicho esto, la misma compañía eléctrica se encarga de proporcionar el contador al cliente.

1.5.5.7.2. Colocación en forma individual

Esta disposición se utilizará sólo cuando se trate de un suministro a un único usuario independiente o a dos usuarios alimentados desde un mismo lugar.

Se hará uso de la Caja de Protección y Medida, de los tipos y características indicados en el apartado 2 de ITC MIE-BT-13, que reúne bajo una misma envolvente, los fusibles generales de protección, el contador y el dispositivo para discriminación horaria. En este caso, los fusibles de seguridad coinciden con los generales de protección.

El emplazamiento de la Caja de Protección y Medida se efectuará de acuerdo a lo indicado en el apartado 2.1 de la ITC MIE-BT-13.

Para suministros industriales, comerciales o de servicios con medida indirecta, dada la complejidad y diversidad que ofrecen, la solución a adoptar será la que se especifique en las requisitos particulares de la empresa suministradora para cada caso en concreto, partiendo de los siguientes principios:

- Fácil lectura del equipo de medida.
- Acceso permanente a los fusibles generales de protección.
- Garantías de seguridad y mantenimiento.

El usuario será responsable del quebrantamiento de los precintos que coloquen los organismos oficiales o las empresas suministradoras, así como de la rotura de cualquiera de los elementos que queden bajo su custodia, cuando el contador esté instalado dentro de su local o vivienda. En el caso de que el contador se instale fuera, será responsable el propietario del edificio.

1.5.5.8. Derivación individual

Es la parte de la instalación que, partiendo de la caja de protección y medida, suministra energía eléctrica a una instalación, comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección. Está regulada por la ITC-BT-15.

Las derivaciones individuales estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.

- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN 60.439 -2.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos al efecto.

Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V como mínimo. Para el caso de cables multiconductores o para el caso de derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de tensión asignada 0,6/1 kV. La sección mínima será de 6 mm² para los cables polares, neutro y protección y de 1,5 mm² para el hilo de mando (para aplicación de las diferentes tarifas), que será de color rojo.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5 o a la norma UNE 211002 cumplen con esta prescripción.

1.5.5.9. Cuadro general de distribución

Se han diseñado un cuadro de distribución entorno al suministro principal. En dicho cuadro general de distribución se ubicarán las protecciones de líneas primarias, para la alimentación del conjunto de subcuadros secundarios, que efectúan el control mando y protección de zonas y sistemas y la alimentación de las líneas asignadas, así mismo, el C.G.D. alimentara los servicios de iluminación y fuerza, tanto de planta baja como planta primera.

Todas las salidas se conectarán con terminales y serán convenientemente rotuladas.

Nuestro armario del cuadro general de protección será tipo Merlin Gerin metálico de doble aislamiento, además, se utilizaran placas resistentes al fuego rf-120 para realizar el envolvente al interior del cuadro y puertas resistentes al fuego rf-90, ya que toda la potencia suministrada pasa por el CGD y el CTE nos marca una sectorización a partir de 50 kw, llegando nosotros a tener en este punto los 105 kw de contratación.

Todos los elementos de protección tendrán los valores señalados en los esquemas, que aseguren la protección de los cables y de las personas. Todos irán correctamente señalizados con indicadores de formica para su fácil y rápida identificación. Los cables se marcaran con el número del borne de salida del cable.

A la puerta del armario se instalará un portaplanos para colocar los esquemas del cuadro actualizados según variaciones aparecidas durante el transcurso de la obra.

Los armarios irán conectados a tierra.

La instalación de los mismos estará de acuerdo con la instrucción ITC BT 17.

La situación de estos se encuentra reflejada en los planos, y en los esquemas unifilares de distribución se reflejan en sus conexiones.

1.5.5.10. Conducciones eléctricas

Para la distribución general de líneas se instalarán bandejas metálicas, preferentemente de tipo rejilla, de sección adecuada para el cableado a distribuir y con espacio de reserva para posibles ampliaciones o modificaciones de la instalación, y la distribución de líneas a puntos concretos de la instalación se realizará bajo tubo con sus características en la instalación ya sean sobre pared, falso techo, en huecos de la construcción y bajo molduras.

Todo paso de canalizaciones eléctricas a través de sectores de incendio independiente se deberá efectuar de manera que no se disminuya el RF del elemento atravesado.

Se ha diseñado la instalación para separar las instalaciones según el criterio:

- Bandejas falso techo.
- Conducciones bajo tubo.

A) Bandejas Falso Techo

Por el falso techo se hará la siguiente distribución de bandejas según su uso:

Bandejas distribución líneas eléctricas: esta bandeja partirá del cuadro eléctrico, en donde se hará un ramal general de 500x60 y 600x60, con tabique separador, para derivar a las distintas zonas de alimentación eléctrica del local con 200x60.

Las bandejas serán tipo REJIBAND galvanizadas.

B) Conducciones Bajo Tubo

Las conducciones bajo tubo se realizarán desde la bandeja general de distribución hasta la alimentación a cada punto de consumo específico (luminarias, tomas de corriente, etc.).

Se instalará tubo PVC corrugado del tipo REFLEX, en las instalaciones a realizar por el falso techo y falso suelo. En las instalaciones vistas, como norma general y salvo indicación de la D.F., se usará tubo de PVC tipo GRISDUR en interiores y tubo metálico roscado en exteriores y zonas que así lo requieran.

Las conducciones realizadas con tubo, serán determinadas según las recomendaciones de la instrucción ITC-BT-21.

Los diámetros de estos tubos estarán de acuerdo con el número de conductores que se vayan a alojar en ellos y de las secciones de los mismos, basándose su elección en la tabla III de la Instrucción ITC-BT-21.

Todas las derivaciones y conexiones se realizarán dentro de cajas de derivación.

Toda la distribución y dimensiones de las bandejas estarán de acuerdo con lo especificado en planos, pliego de condiciones y mediciones.

Todas aquellas bandejas que por necesidad deban llevar diferentes tipos de cableado, éstos se separarán mediante tabique separador y se entubará el cableado de menor tensión.

Para la perfecta identificación posterior de cada tipo de bandeja y que tipo de cableado debe llevar, se deberán identificar perfectamente.

Se tendrá en cuenta la unificación de soportes, los cuales se harán de las medidas necesarias para poder ubicar diferentes tipos de instalaciones.

1.5.5.11. Líneas y Elementos de la Instalación Eléctrica

1.5.5.11.1. Instalaciones empotradas

Las instalaciones empotradas se efectúan con tubo corrugado de PVC realizadas directamente en la obra o en el yeso, situándose dentro de unas regatas hechas con anterioridad.

Son fáciles de realizar para el electricista pero requieren de la ayuda del albañil.

Todos los mecanismos eléctricos, tanto los interruptores, como enchufes y cajas de conexiones, se instalan sobre cajetines empotrados.

1.5.5.11.2. Regatas

No deben discurrir en diagonal por la pared.

Las regatas siempre se hacen perpendiculares al suelo, es decir, de arriba abajo.

Si hubiera un cruce en diagonal de una regata, se hace más largo el tramo corriendo el riesgo de debilitarla apareciendo luego grietas o desmoronamientos en la pared.

Cajetines

Se deben empotrar a nivel, ya que si se instalan torcidos o descuadrados, también los mecanismos lo estarán y por otro lado, desmerece el acabado de la obra.

Deben instalarse siempre a la misma distancia del pavimento:

- Para interruptores a 90 cm. del pavimento.
- Para enchufes a 30 cm. del pavimento.

Estas distancias pueden modificarse si la dirección de obra lo evalúa y decide elevarlas o bajarlas por razones de diseño u otras. Distancias:

- Para interruptores a 110 cm. del pavimento.
- Para enchufes a 50 cm. del pavimento.
- Para los cabeceros de las camas a 80 cm. del pavimento.
- Siempre hablamos del pavimento final.

1.5.5.11.3. Instalaciones sobre falsos techos

Las Instalaciones Sobre Falsos Techos se sitúan bajo tubo corrugado tal como en las empotradas, pero en este caso van grapadas al techo de obra.

Al colocarse el falso techo van protegidas. Se recomienda que el falso techo sea registrable en algún tramo importante de la instalación para poder acceder en caso de requerirse mantenimiento o reparaciones.

1.5.5.11.4. Conducciones por canales

Parte de los conductores se alojarán en canales metálicos o plásticos, adosados a techos o paredes. Este es un sistema eficaz para líneas distribuidoras; por lo general se ejecuta sobre falso techo. Si los canales alojan líneas diferentes, por ejemplo de alumbrado, fuerza o de enchufes; llevarán tabiquillos de separación.

Nunca deben realizarse las conexiones dentro de los canales; para las conexiones se instalan cajas de conexión en su parte exterior.

1.5.5.11.5. Conducciones bajo tubo visto

Este es un sistema de bajo costo y de gran resistencia ante malos tratos, golpes, aunque no resulta muy estético.

Suele realizarse en instalaciones industriales o locales de servicio, donde los conductores van bajo tubo rígido de PVC grapado directamente a la pared.

Si existe en el local riesgo de golpes, como para destruir los tubos, se realiza la instalación bajo tubo de acero galvanizado.

En locales con riesgo de incendio o explosión, como por ejemplo zona de cocina, esta instalación es de cumplimiento obligado.

1.5.5.12. Cableado

El cableado se realizará con cable de cobre tipo 750 V en las conducciones con tubos y del tipo RV de 0'6/1kV en los recorridos por la bandeja metálica, libre de halogenuros, sin desprendimiento de humos opacos y no propagador de llama.

Para establecer la correspondiente protección contra contactos indirectos, todos los circuitos derivados dispondrán de un conductor de protección de cobre que se conectará a la red de tierra.

Todo lo anterior reseñado será ejecutado de acuerdo con la normativa vigente.

Para el cable de 750V se utilizaran los colores propios para cada función, siendo:

- Negro, Marrón, Gris para las fases
- Azul para el neutro
- Bicolor Amarillo/Verde para la puesta a tierra

No se permiten la composición de otros colores. El conductor neutro será de igual sección que las fases.

Por todo el trazado de las bandejas eléctricas se instalará un conductor desnudo de Cu y sección de 35 mm², tal como se ha descrito en el capítulo de red de tierras. Todas las masas y canalizaciones metálicas, estarán conectadas al circuito de protección.

1.5.5.13. Instalación de fuerza

La instalación interior de cada sala dependerá del uso de cada una y estará ejecutada en la forma indicada en los planos y esquemas anexos.

En la zona de cocina se instalaran bases de enchufe mural industrial CETAC del amperaje y tomas previsto en esquemas y planos, además de tomas tipo schuko Simon-44, serie estanca de empotrar para las tomas de usos varios y amperajes hasta 16A.

Se distribuirán tomas de corriente tipo SIMON-44 estanca o BTICINO Serie LIGHT de superficie o empotradas en dependencias diversas como aseos, almacenes y pasillos, todas estas tomas están reflejadas en los planos de fuerza.

La alimentación a las neveras de venta al público y elementos con alimentación directa tipo cortinas de aire, cortinas de aire, clima, secamanos, etc..., se efectuara mediante salida de hilos empotrada y empalmadas mediante regleta ubicada en la misma caja.

Se tendrán en cuenta: ITC BT 016, 017, 018, 019, 020, 021, 022, 023, 024 y 028.

Todos los mecanismos de tomas de corriente serán del tipo Schuko, los cables estarán dotados con bornas en su conexionado a caja; no siendo admisible la entrada en cables desnudos.

Se adjunta hoja informativa con las distintas alturas donde la norma UNE recomienda colocar los distintos elementos en instalación de fuerza y alumbrado.

1.5.5.14. Principales aparatos conectados a la red de BT

Los principales aparatos conectados a la red de la instalación eléctrica en baja tensión, los agruparemos mediante las instalaciones del restaurante a las que dan servicio.

1. Instalación de alumbrado

- Luminaria fluorescente compacto.
- Luminaria fluorescente descarga.
- Luminaria fluorescente de emergencia.
- Luminaria incandescente, del tipo normal y halógena.

2. Instalación de climatización y ventilación:

- Climatizadora unidad exterior HITECSA EWXBZ 4002.
- 2 unidades Fancoils HITECSA BHW 515.
- 2 unidades Fancoils HITECSA BHW 720.
- Fancoil HITECSA BHW 724.
- 2 unidades ventilador PB Soler&Palau ILT/6-400/2kW.
- Ventilador P1 Soler&Palau CHAT/4-560/2kW.
- Ventilador aportación cocinas Soler&Palau CHGT/4-560/5-26°-750W.
- Ventilador extracción cocinas Soler&Palau CVHT/H-18/18 - 4 kW.
- 4 unidades Ventilador Soler&Palau serie DECOR 300.
- 3 unidades Ventilador Soler&Palau serie DECOR 200.

3. Maquinaria de cocina:

- 2 unidades cocina gas 3 fuegos + horno + gratinador.
- 2 unidades cocina a gas a 2 fuegos con horno gratinador.
- 2 unidades plancha cromo duro 60x45 a gas.
- 2 unidades horno convección serie 935.
- Horno rational self cooking center 62 eléctrico.
- Freidora 12+12 l. eléctrica con grifo de vaciado.
- Barbacoa 90x50 a la brasa.
- Marmita a gas.
- Cuece pastas a gas.

MEMORIA

- 2 unidades Botellero 2000 inoxidable.
- Cortadora fiambres 250 mm.
- Picadora de carne 22kg.
- Sierra corta huesos y carne 220mm. inox.
- 2 unidades armario 4 puertas 1385x700x2030.
- Cafetera industrial 2 grupos automática.
- Lavavajillas 4500w cesta 50x50cm.
- Lavavasos cesta 40x40cm.
- Armario de congelación 1 puerta cristal.
- Armario conservación 1 puerta de cristal.
- Campana central 4000mm con doble motor incorporado.
- Campana mural 2000mm con motor incorporado.
- Cortadora de hortalizas 150-300.
- Peladora de patatas 6 kgs.
- 2 unidades Triturador profesional 250.
- Lavadora secadora 8 kg. LG WD-14317RD.
- 2 unidades vitrocerámica horno BALAY 3CVX463BP.
- 2 unidades campana decorativa mural BALAY 3BD7124XP.
- 3 unidades nevera/congelador BALAY 3KEP6862.

4. Instalación de suministro de agua

- Caldera Isofast Condens Saunier Duval F 30 E de 29,3 kW.
- Acumulador a gas vitrificado de Saunier Duval AQ Pro 400.
- Termo eléctrico vitrificado Saunier Duval SDN 200 H, de 200 litros.
- Cable calefactor para ACS AKO.

1.5.6. CONCLUSIONES

La instalación eléctrica es el conjunto de elementos que permiten transportar y distribuir la energía eléctrica desde el punto de suministro hasta los equipos que la utilizan, los elementos que constituyen una instalación eléctrica son; la acometida, el equipo de medición, interruptores, derivándose el interruptor general, interruptor derivado, interruptor termo magnético, el arrancador, el transformador, tableros, tablero general, centro de control de motores, tableros de distribución o derivados, motores y equipos accionados por motores, estaciones o puntos de control, salidas para alumbrado y contactos, plantas de emergencias, tierra o neutro en una instalación eléctrica, interconexión.

El buen funcionamiento de una instalación eléctrica depende del cumplimiento de las normas y reglamentos que incluyen los conductores e aisladores los cuales integran las canalizaciones eléctricas para tener una óptima protección y no permitir un mal funcionamiento.

Los circuitos derivados son igual de importantes para la distribución de energía después de las canalizaciones, así como su aplicación en los motores.

1.6. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN

1.6.1. OBJETIVO

Los objetivos de toda iluminación interior quedan bien determinados en la normalización actual, donde se indica que, la iluminación interior debe crear buenas condiciones de visibilidad, lograr un ambiente para el hombre en el marco de la edificación en conjunto, que contribuya a su bienestar físico y psíquico, y elimine los accidentes.

En definitiva se trata de iluminar para el desempeño de tareas visuales:

- Con un máximo de velocidad y exactitud.
- De una forma fácil y económica.
- Que permita realizar las tareas con el mínimo esfuerzo y fatiga.

Con un buen diseño de iluminación general y uniforme se pretende adecuar la luz de las luminarias que incide sobre el plano de trabajo, atendiendo a los siguientes factores:

- a. Forma y configuración del local.
- b. Tipo de tarea a realizar.
- c. Sistemas de climatización, calefacción y otros tipos de conductos.
- d. Tensión de alimentación de la red eléctrica.
- e. Características y tipo del objeto a iluminar
- f. Nivel de iluminación.
- g. Limitación del deslumbramiento.
- h. Dirección de la luz.
- i. Sombras, reflexiones y contrastes.
- j. Identificación de colores.
- k. Cantidad y distribución de las luminarias.
- l. Economía.
- m. Seguridad eléctrica y mecánica.

Los factores a, b, c, d y e, son datos de partida o información previa; el factor f) se determina en función de la tarea según veremos en la tabla 1.6.2 del presente documento; los factores g, h, i, j y k, son propios del proceso de cálculo del alumbrado de interiores, y los factores l y m a veces son determinantes de la propia instalación eléctrica.

1.6.2. INTRODUCCIÓN

MEMORIA

La iluminación del restaurante y de los lugares de trabajo, se adaptará a las características de la actividad. Dado que la iluminación natural no es suficiente, se requiere iluminación artificial que variará según las necesidades de cada zona del local, tratando de ser a la vez lo más uniforme posible.

Mostramos a continuación la tabla 1.6.1 con las exigencias de iluminación para cada parte del restaurante según la actividad que se realiza en cada zona. Los criterios utilizados son en base al anexo IV del artículo 8, del Real Decreto 486/97 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

ZONA O SALA	EXIGENCIAS VISUALES
Zona de entrada	Moderada
Bar planta baja	Moderada
Comedor principal 1	Moderada
Comedor principal 2	Moderada
Comedor principal 3	Moderada
Zona escaleras	Moderada
Zona de evacuación salón	(vía de circulación uso habitual)
Pasillo de aseos	Moderada
WC minusválidos	Baja
WC caballeros	Baja
WC señoras	Baja
Cocina	Alta
Zona paso cocina	Moderada
Zona estanterías	Alta
Repostería	Alta
Preparación platos fríos	Alta
Lavado	Alta
Mantenimiento	Moderada
Almacén	Moderada
Pasillo zona cámaras	(vía de circulación uso habitual)
Pasillo evacuación cámaras	(vía de circulación uso habitual)
Comedor secundario 1	Alta
Comedor secundario 2	Alta
Pasillo de aseos/vestuarios	Moderada
WC caballeros planta alta	Baja
WC señoras planta alta	Baja
Vestuario hombres	Moderada
Vestuario mujeres	Moderada
Bar planta alta	Moderada
Anexo bar p.alta	Moderada
Preparación planta alta	Alta
Gestión	Alta

Tabla 1.6.1. Exigencias de iluminación por zonas.

El nivel de iluminancia media (E_m), depende del tipo de actividad a realizar en el local y podemos encontrarlos tabulados en las normas y recomendaciones que aparecen en la bibliografía, se muestra a continuación la tabla 1.6.2, que nos muestra el nivel de iluminancia media de cada zona o sala de nuestro local.

ZONA O SALA	ILUMINANCIA MEDIA E_m (lux)
Zona de entrada	200
Bar planta baja	300
Comedor principal 1	300
Comedor principal 2	300
Comedor principal 3	300
Zona escaleras	200
Zona de evacuación salón	200
Pasillo de aseos	200
WC minusválidos	150
WC caballeros	150
WC señoras	150
Cocina	500
Zona paso cocina	200
Zona estanterías	500
Repostería	500
Preparación platos fríos	500
Lavado	500
Mantenimiento	200
Almacén	200
Pasillo zona cámaras	200
Pasillo evacuación cámaras	200
Comedor secundario 1	300
Comedor secundario 2	300
Pasillo de aseos/vestuarios	200
WC caballeros planta alta	150
WC señoras planta alta	150
Vestuario hombres	200
Vestuario mujeres	200
Bar planta alta	300
Anexo bar p.alta	300
Preparación planta alta	500
Gestión	750

Tabla 1.6.2. Nivel de iluminancia media de cada zona.

1.6.3. NORMATIVA PARTICULAR

- Código Técnico de la Edificación, DB-SU y DB-HE.
- REBT 2002, en sus ITC-BT-09, ITC-BT-28 y ITC-BT-44.

- UNE-EN 60570: Sistemas de alimentación eléctrica por carril para luminarias.
- UNE-EN 60061: Casquillos y portalámparas, junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad.
- UNE-EN 60598: Luminarias para alumbrado público y de emergencia.
- UNE 20062: Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de incandescencia.

1.6.4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO

1.6.4.1. Generalidades

Para resolver la iluminación interior del restaurante, se han de barajar diversos aspectos, como son el estético, muy importante en este tipo de edificios, el de confort visual, y el de eficiencia lumínica y energética. Así mismo, la instalación de alumbrado cumple con el valor de eficiencia energética expresado en CTE-DB-HE ahorro de energía apartado 2.1.

Tanto en la elección de la lámpara o tipo de luminaria, se ha diferenciado el tratamiento a tomar en 3 diferentes bloques, con soluciones lumínicas distintas.

Dichas zonas las resumimos en:

- Iluminación decorativa en pasillos, recepción y comedores restaurante. En estas zonas impera el sentido estético y no el de rendimiento lumínico. Por lo tanto, se ha adoptado alumbrado semi-directo en los pasillos y habitaciones para atenuar el efecto de sombras y brillos producidos por el alumbrado directo. En recepción y en algunos puntos muy concretos se ha adoptado alumbrado directo con lámparas halógenas de bajo voltaje, para reforzar la iluminación realzando el aspecto decorativo.

En el restaurante, se ha optado por Down Lights decorativos de empotrar y semiempotrar con alumbrado directo y reflejado, que contienen lámparas del tipo fluorescente compacto y halógenas. Se ha elegido este tipo de alumbrado ya que nos proporciona un elevado flujo luminoso, muy adecuado para recintos de gran superficie y altura media, un rendimiento lumínico 2-3 veces superior al de las lámparas incandescentes, y una vida útil 6 veces más larga que estas últimas.

- Iluminación en zonas de trabajo. En estos recintos, como son la oficina, vestuarios, cocina, repostería, preparación platos fríos, lavado y sala de preparación, impera el aspecto de confort visual, así como el estético. Se utilizarán luminarias aptas para

todo tipo de fluorescencia, de luminancia suave, proporcionando sensación de bienestar con bajo contraste entre los diferentes elementos del sistema.

En estos casos en que el fin último es el confort en el desarrollo del trabajo se ha optado por luminarias del tipo fluorescente, que presentan un óptimo flujo luminoso, así como un color agradable, y una elevada vida útil.

- Iluminación en servicios, en esta zona interesa un alumbrado de decoración y útil en diversos puntos, como son en la zona de lavamanos. Para ello se ha adoptado una iluminación directa y semi-directa con puntos de luz localizados en la zona de lavamanos. Se han utilizado luminarias incandescentes de baja potencia por su versatilidad y grado decorativo.

1.6.4.2. Conceptos básicos de la iluminación

Flujo luminoso

Se define el flujo luminoso como la potencia (W) emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible. Su símbolo es Φ y su unidad es el lumen (lm). A la relación entre watts y lúmenes se le llama equivalente luminoso de la energía

Intensidad lumínica

Se conoce como intensidad luminosa al flujo luminoso emitido por unidad de ángulo sólido en una dirección concreta. Su símbolo es I y su unidad la candela (cd).

Iluminancia

Se define iluminancia como el flujo luminoso recibido por una superficie. Su símbolo es E y su unidad el lux (lx) que es un lm/m^2 .

Luminancia

Se llama luminancia a la relación entre la intensidad luminosa y la superficie aparente vista por el ojo en una dirección determinada. Su símbolo es L y su unidad es la cd/m^2 .

Eficiencia luminosa

Para hacernos una idea de la porción de energía útil definimos el rendimiento luminoso como el cociente entre el flujo luminoso producido y la potencia eléctrica consumida, que viene con las características de las lámparas (25 W, 60 W...). Mientras mayor sea mejor será la lámpara y menos gastará. La unidad es el lumen por watt (lm/W).

Cantidad de luz

Esta magnitud sólo tiene importancia para conocer el flujo luminoso que es capaz de dar un flash fotográfico o para comparar diferentes lámparas según la luz que emiten durante un cierto periodo de tiempo. Su símbolo es Q y su unidad es el lumen por segundo ($\text{lm}\cdot\text{s}$).

1.6.4.3. Condiciones particulares

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no debe exceder de 5 kg. Los conductores, que deberán de ser capaces de soportar este peso deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión. La sección nominal total de los conductores de los que la luminaria está suspendida, será tal que, la tracción máxima a la que estén sometidos los conductores sea inferior a 15 N/mm^2 .

La tensión asignada de los cables utilizados será como mínimo la tensión de alimentación y nunca inferior a 300/300 V. además los cables serán de características adecuadas a la utilización prevista, siendo capaces de soportar la temperatura a la que estarán sometidos.

Cuando la luminaria tiene la conexión a la red en su interior, es necesario que el cableado externo que penetra en ella tenga adecuado aislamiento térmico y eléctrico.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de clase II o III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra. Se entiende como accesibles aquellas partes incluidas dentro del volumen de accesibilidad definido en la ITC-BT-24.

Los portalámparas serán de alguno de los tipos formas y dimensiones especificados en la norma serie UNE-EN 60.061-2. Cuando en la misma instalación existan lámparas que han de ser alimentadas a distintas tensiones, se recomienda que los portalámparas respectivos sean diferentes entre sí, según el circuito al que deban ser conectados. Cuando se empleen portalámparas de contacto central, deben conectarse a éste el conductor de fase o polar, y el neutro al contacto correspondiente a la parte exterior.

Presentamos en la tabla 1.6.3, algunos de los modelos de luminarias más comunes, incluyendo los que aplicamos para el diseño de la iluminación de las diferentes zonas.

1.6.4.4. Selección de lámparas

Se limitará la utilización de lámparas de incandescencia por su bajo rendimiento y alto consumo (exceptuando las downlights de bajo voltaje). Se adoptarán lámparas fluorescentes, tanto en su versión lineal como compacta, debido a su bajo consumo, larga vida útil y que reproducen perfectamente todas las tonalidades de luz requeridas en cada recinto. En algunas

zonas de elevada superficie, como comedores del restaurante, adoptaremos luminarias con lámparas de fluorescentes compactos, ya que dichas lámparas son idóneas para espacios de una altura media y continuado funcionamiento. En zonas muy puntuales, como recepción por razones estéticas, reforzaremos la iluminación con halógenas de bajo voltaje.

1.6.4.4.1. Selección de luminarias

Las luminarias fijas llevarán sus lámparas y portalámparas alojados en envoltentes y diseñados de modo que impidan la salida de chispas, material en combustión y metal caliente. Todas las luminarias irán claramente marcadas con la potencia en vatios de la mayor lámpara. Se protegerán contra daños mecánicos por medio de guardas e instalándolos en puntos adecuados. Podrán ir suspendidas de cadenas o de otros elementos de suspensión adecuados.

Todas las luminarias a aplicar tendrán rendimientos elevados, con luminancias suaves, especialmente en zonas de trabajo, para que no se produzca el indeseable fenómeno del deslumbramiento.

Se ha optado por alumbrado de tipo directo/semi-directo en zonas de trabajo, y semi-directo en zonas de paso (por razones estéticas) y de relax (restaurante).

1.6.4.4.2. Tipología de las luminarias

Según la radiación del flujo luminoso emitido por debajo de un plano horizontal que pase por el eje de la luminaria, se clasifican éstas en cinco tipos de iluminación de interiores que son los siguientes (ver imagen 1.6.1):

1. Directa. Iluminación mediante luminarias con una distribución luminosa tal que del 90 por 100 al 100 por 100 del flujo luminoso emitido llegue al plano de trabajo directamente, considerando este plano infinito. Es un tipo de alumbrado eficaz desde el punto de vista cuantitativo, porque no hay absorción de flujo en el techo y muy poca en las paredes.
2. Semi-directa. Del 60 por 100 al 90 por 100 del flujo luminoso emitido se dirige hacia abajo en ángulos por debajo de la horizontal, y del 10 por 100 al 40 por 100 del flujo luminoso se dirige hacia arriba.
3. Directa-indirecta o general difusa. Del 40 por 100 al 60 por 100 del flujo luminoso emitido se dirige hacia abajo en ángulos por debajo de la horizontal, y del 40 por 100 al 60 por 100 del flujo luminoso se dirige hacia arriba.
4. Semi-indirecta. Del 60 por 100 al 90 por 100 del flujo luminoso emitido se dirige hacia el techo en ángulos por encima de la horizontal, y del 10 por 100 al 40 por 100 del flujo luminoso se dirige hacia abajo.

5. Indirecta. Del 90 por 100 al 100 por 100 del flujo luminoso se dirige hacia arriba en ángulos por encima de la horizontal, y del 10 por 100 al 0 por 100 del flujo luminoso se dirige hacia abajo.



Imagen 1.6.1. Tipos de luminarias según la dirección de su flujo luminoso.

1.6.4.4.3. Clasificación de las luminarias según el tipo de montaje

Según se efectúe el montaje y fijación de las luminarias en las diferentes zonas o salas, las clasificaremos en los siguientes tipos:

- Empotrada.
- Semi-empotrada.
- Colgante.
- Aplique.

1.6.4.5. Características generales

Las luminarias deben tener una serie de características que, en términos generales, se clasifican en tres grupos:

1. Ópticas:

- Luminancia reducida en determinadas direcciones.
- Distribución del flujo adecuado a la tarea a realizar.
- Buen rendimiento luminoso.

2. Mecánicas y eléctricas:

- Construcción que permita funcionar a la lámpara en condiciones apropiadas de temperatura. Debe proporcionar la refrigeración suficiente cuando aloje lámparas incandescentes o de descarga de alta potencia, y el aislamiento térmico adecuado cuando se trate de tubos fluorescentes.
- Facilidad de montar, desmontar y limpiar.
- Protección eficaz de las lámparas y equipo eléctrico contra el polvo, humedad y demás agentes atmosféricos, así como también contra perturbaciones mecánicas.

3. Estéticas:

- Las luminarias apagadas de día y encendidas de noche deben integrarse en el conjunto y no deben desentonar con el medio ambiente en el cual se incluyen. Hay que tener en cuenta que las luminarias son más visibles durante el día (apagadas) que durante la noche.

Las características y especificaciones, así como los ensayos a que deben someterse las luminarias, están recogidos en las Normas Tecnológicas de la Edificación, Normas UNE, DIN y CIE, entre otras. La instalación eléctrica debe cumplir las prescripciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

MEMORIA




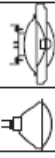



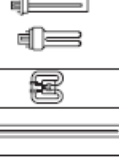



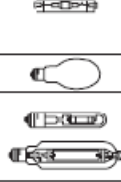
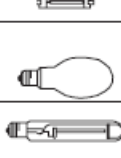

Tipo de lámpara	Forma	Potencia (W)	Portalámparas	Flujo luminoso. Lm.	Posición funcionamiento	Equip. Eléctrico	
INCANDESCENCIA (Lámparas de Incand.escencia Standard GLS)		60	E-27	730	Cualquiera	No precisa	
		75		960			
		100		1380			
		150		2220			
		200		3150			
		300	E-40	4800			
		500		8400			
		1000		18800			
		1500		29500			
PAR 38		60	E-27	650	Cualquiera	No precisa	
80		820					
120		1500					
PAR 56		300	GX 16d	3000			
INCANDESCENCIA HALOGENADA (Cuarzo lodo)		150	R7s-15	2400	Horizontal± 15°	No precisa	
		200		3200			
		300		5000			
		500		9500			
		1000		22000			
		1500	R7s-15/Fa 4	33000			
		2000		44000			
HALOGENA de bajo voltaje con reflector		35	G53		Cualquiera	Transformador 230V/12V	
		50					
		75					
		100					
HALOGENA de bajo voltaje		20	GU5,3		Cualquiera	Transformador 230V/12V	
		35					
		50					
T.F. (Rectilíneos)		35	GY6,35		Cualquiera	Transformador 230V/12V	
		50					
T.F. (Circulares)		18	G-13	1300	Cualquiera	Reactancia + Cebador	
		36		3250			
		58		5200			
		22	G-10q	1200			
32	3000						
FLUOR (Lámparas fluorescentes compactas sin reactancia incorporada)		7	G-23	400	Cualquiera	Reactancia	
		9		600			
		11		900			
		18	G-24 d-2	1200			
		16	GR8	1050			
		18		1200			
		36		2900			
			2G-11			Reactancia + Cebador	
COMPACTA (Lámparas convencional compactas con reactancia incorporada)		7	E-27	400	Cualquiera	No precisa (Reactancia electrónica incorporada)	
		11		600			
		15		900			
		20		1200			
		23		1500			
MEZCLA (Luz mezcla)		160	E-27	3100	Vertical± 30°	No precisa	
		250	E-40	5600			
		500		14000	Cualquiera		
V.M. (Vapor mercurio)		50	E-27	1800	Cualquiera	Reactancia	
		80		3800			
		125		6300			
		250	E-40	13000			
		400		22000			
H.M. (Halogenuros metálicos)		70	2x75	5000	Horizontal± 45°	Reactancia + Ignitor	
		150		11000			
		250	Fc2	20000			Cualquiera Consultar
		400		38000			
		250	E-40	17000			
		400		26000	Cualquiera Consultar		
		250	E-40	19000			
		400		28000	Cualquiera Consultar		
		1000		80000			
		2000		170000	Horizontal± 60°		
V.S.A.P. (Vapor de sodio alta presión)		70	R7s	7000	Horizontal± 45°	Reactancia + Ignitor	
		150		15000			
		50	E-27	3500	Cualquiera		
		70		5600			
		100		9500			
		150	E-40	14000			
		250		25000			
		400		47000			
		1000		130000			
V.S.B.P. (Vapor de sodio baja presión)		18	BY 22d	1800	Vertical abajo +110°	Reactancia + Arrancador (Circuito especial)	
		35		4800			
		55		8000			

Tabla 1.6.3. Modelos corrientes de luminarias y sus principales características.

1.6.4.6. Alumbrados especiales, alumbrado de emergencia y señalización

Las instalaciones destinadas a alumbrados especiales tienen por objeto asegurar, aun faltando el alumbrado general, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público, o iluminar otros puntos que se señalen.

1.6.4.6.1. Dotación

Los edificio dispondrá de un alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes

Contarán con alumbrado de emergencia las zonas y los elementos siguientes:

- Todo recinto cuya ocupación sea mayor que 100 personas.
- todo recorrido de evacuación, conforme estos se definen en el Anejo A de DB SI.
- Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección contra incendios y los de riesgo especial indicados en DB-SI 1.
- Los aseos generales de planta en edificios de uso público.
- Los lugares en los que se ubican cuadros de distribución o de accionamiento de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.
- Las señales de seguridad.

1.6.4.6.2. Posición y características de las luminarias

Con el fin de proporcionar una iluminación adecuada las luminarias cumplirán las siguientes condiciones:

1. Se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo.
2. Se dispondrá una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un, peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad. Como mínimo se dispondrán en los siguientes puntos:
 - i. En las puertas existentes en los recorridos de evacuación.
 - ii. En las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa.
 - iii. En cualquier otro cambio de nivel.
 - iv. En los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos.

1.6.4.6.3. Alumbrado de señalización

Es el alumbrado que se instala para funcionar de un modo continuo durante determinados períodos de tiempo.

Este alumbrado debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales durante todo el tiempo que permanezcan con público. Deberá ser alimentado, al menos por dos suministros sean ellos normales, complementarios o procedentes de fuente propia de energía eléctrica. Deberá proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 lux.

Iluminación de las señales de seguridad:

La iluminación de las señales de evacuación indicativas de las salidas y de las señales indicativas de los medios manuales de protección contra incendios y de los de primeros auxilios, deben cumplir los siguientes requisitos:

1. La luminancia de cualquier área de color de seguridad de la señal debe ser al menos de 2 cd/m² en todas las direcciones de visión importantes.
2. La relación de la luminancia máxima a la mínima dentro del color blanco o de seguridad no debe ser mayor de 10:1, debiéndose evitar variaciones importantes entre puntos adyacentes.
3. La relación entre la luminancia L_{blanca} y la luminancia $L_{\text{color}} > 10$, no será menor que 5:1 ni mayor que 15:1.
4. Las señales de seguridad deben estar iluminadas.

1.6.4.6.4. Alumbrado de emergencia

El alumbrado de emergencia es aquel que debe permitir, en caso de fallo del alumbrado general, la evacuación segura y fácil del público hacia el exterior. Solamente podrá ser alimentado por fuentes propias de energía sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuente de suministro exterior. Cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se podrá utilizar un suministro exterior para proceder a su carga.

La instalación será fija, estará provista de fuente propia de energía y debe entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal en las zonas cubiertas por el alumbrado de emergencia. Se considera como fallo de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.

El alumbrado de emergencia de las vías de evacuación debe alcanzar al menos el 50% del nivel de iluminación requerido al cabo de los 5 s y el 100% a los 60 s.

La instalación cumplirá las condiciones de servicio que se indican a continuación durante una hora, como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar el fallo:

1. En las vías de evacuación cuya anchura no exceda de 2 m, la iluminancia horizontal en el suelo debe ser, como mínimo, 1 lux a lo largo del eje central y 0,5 lux en la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía. Las vías de evacuación con anchura superior a 2 m pueden ser tratadas como varias bandas de 2 m de anchura, como máximo.
2. En los puntos en los que estén situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia horizontal será de 5 lux, como mínimo.
3. A lo largo de la línea central de una vía de evacuación, la relación entre la iluminancia máxima y la mínima no debe ser mayor que 40:1.
4. Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.

El alumbrado de emergencia se instalará en los locales y dependencias que se indiquen en cada caso y siempre en las salidas de éstas y en las señales indicadoras de la dirección de las mismas. Por lo tanto, se colocarán sobre las puertas que conduzcan a las salidas, en escaleras, pasillos y vestíbulos. En el caso de que exista un cuadro principal de distribución, en el local donde éste se instale, así como sus accesos estarán provistos de alumbrado de emergencia.

1.6.4.6.5. Criterio de ubicación de las luminarias

Como criterio práctico a la hora de colocación de las luminarias de los alumbrados especiales, éstas se colocarán preferentemente:

- En todas las puertas de las salidas de emergencia.
- Próximas a las escaleras para que todos los escalones queden iluminados.
- Próximas a los cambios de nivel del suelo.
- Para iluminar todas las salidas obligatorias y señales de seguridad.
- Próximas todos los cambios de dirección.
- Próximas a todas las intersecciones en los pasillos.
- Próximas a los equipos de extinción de fuego así como de puntos de alarma.
- En el exterior de los edificios junto a las salidas.
- En todos los aseos y servicios.

1.6.4.7. Tipo de luminarias instaladas por zonas

MEMORIA

En este apartado mostraremos las luminarias instaladas en cada zona o recinto del local, antes, las resumimos en la tabla 1.6.4.

ZONA O SALA	LUMINARIA INSTALADA	Nº LUMINARIAS
Zona de entrada	Fluorescente Compacto 1x26 W, INDAL STAR-172S	6
Bar planta baja	Foco incandescente 1x100 W, STANDARD	12
Comedor principal 1	Fluorescente Compacto 2x32 W, INDAL STAR-172S	8
Comedor principal 2	Fluorescente Compacto 2x32 W, INDAL STAR-172S	16
Comedor principal 3	Fluorescente Compacto 2x32 W, INDAL STAR-172S	5
Zona escaleras	Foco incandescente 1x100 W, STANDARD	11
Zona de evacuación salón	Fluorescente Compacto 1x26 W, INDAL STAR-172S	7
Pasillo de aseos	Foco incandescente halógena 1x60 W, INDAL OQUO 238-O	12
WC minusválidos	Foco incandescente halógena 1x60 W, INDAL OQUO 238-O	5
WC caballeros	Foco incandescente halógena 1x60 W, INDAL OQUO 238-O	9
WC señoras	Foco incandescente halógena 1x60 W, INDAL OQUO 238-O	9
Cocina	Fluorescente 2x36 W, STANDARD	8
Zona paso cocina	Fluorescente Compacto 1x26 W, INDAL STAR-172S	4
Zona estanterías	Fluorescente Compacto 1x26 W, INDAL STAR-172S	4
Repostería	Fluorescente 2x36 W, STANDARD	2
Preparación platos fríos	Fluorescente 2x36 W, STANDARD	2
Lavado	Fluorescente 2x36 W, STANDARD	3
Mantenimiento	Foco incandescente 1x100 W, STANDARD	2
Almacén	Fluorescente 1x36 W, STANDARD	3
Pasillo zona cámaras	Foco incandescente 1x100 W, STANDARD	7
Pasillo evacuación cámaras	Foco incandescente 1x100 W, STANDARD	3

MEMORIA

Comedor secundario 1	Fluorescente Compacto 2x32 W, INDAL STAR-172S	16
Comedor secundario 2	Fluorescente Compacto 2x32 W, INDAL STAR-172S	4
Pasillo de aseos/vestuarios	Foco incandescente halógena 1x60 W, INDAL OQUO 238-O	14
WC caballeros planta alta	Foco incandescente halógena 1x60 W, INDAL OQUO 238-O	9
WC señoras planta alta	Foco incandescente halógena 1x60 W, INDAL OQUO 238-O	9
Vestuario hombres	Fluorescente 1x36 W, STANDARD	2
Vestuario mujeres	Fluorescente 1x36 W, STANDARD	2
Bar planta alta	Foco incandescente 1x100 W, STANDARD	10
Anexo bar p.alta	Fluorescente Compacto 1x26 W, INDAL STAR-172S	9
Preparación planta alta	Fluorescente 2x36 W, STANDARD	2
Gestión	Fluorescente 2x36 W, STANDARD	5

Tabla 1.6.4. Luminarias instaladas en cada zona.

1.6.4.7.1. Zona de entrada

Luminarias utilizadas

Nº total de luminarias: 6

Factor de mantenimiento: 75,00%

Nº	Coordenadas de posición X(m) Y(m)		Altura Montaje h(m)	Flujo (lum)	Modelo de Luminaria	Modelo de Lámpara	Ud.
1	0,75	1,11	3,25	1.800,00	Fluor.Compact 1x26 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-26w	1
2	0,75	2,52	3,25	1.800,00	Fluor.Compact 1x26 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-26w	1
3	0,75	3,73	3,25	1.800,00	Fluor.Compact 1x26 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-26w	1
4	2,25	1,11	3,25	1.800,00	Fluor.Compact 1x26 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-26w	1
5	2,25	2,52	3,25	1.800,00	Fluor.Compact 1x26 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-26w	1
6	2,25	3,73	3,25	1.800,00	Fluor.Compact 1x26	Fluor.Compact	1

MEMORIA

INDAL STAR-172S INDAL-26w

1.6.4.7.2. Zona bar planta baja

Luminarias utilizadas

Nº total de luminarias: 12

Factor de mantenimiento: 75,00%

Nº	Coordenadas de posición		Altura Montaje	Flujo	Modelo de Luminaria	Modelo de Lámpara	Ud.
	X(m)	Y(m)	h(m)	(lum)			
1	0,50	0,63	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
2	0,50	1,88	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
3	0,50	3,13	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
4	0,50	4,38	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
5	1,50	0,63	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
6	1,50	1,88	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
7	1,50	3,13	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
8	1,50	4,38	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
9	2,50	0,63	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
10	2,50	1,88	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
11	2,50	3,13	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
12	2,50	4,38	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1

1.6.4.7.3. Zona comedor principal 1

Luminarias utilizadas

MEMORIA

Nº total de luminarias: 8

Factor de mantenimiento: 75,00%

Nº	Coordenadas de posición		Altura Montaje	Flujo	Modelo de Luminaria	Modelo de Lámpara	Ud.
	X(m)	Y(m)	h(m)	(lum)			
1	1,14	1,23	3,25	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
2	1,14	3,69	3,25	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
3	1,14	6,15	3,25	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
4	1,14	8,61	3,25	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
5	3,42	1,23	3,25	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
6	3,42	3,69	3,25	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
7	3,42	6,15	3,25	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
8	3,42	8,61	3,25	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2

1.6.4.7.4. Zona comedor principal 2

Luminarias utilizadas

Nº total de luminarias: 16

Factor de mantenimiento: 75,00%

Nº	Coordenadas de posición		Altura Montaje	Flujo	Modelo de Luminaria	Modelo de Lámpara	Ud.
	X(m)	Y(m)	h(m)	(lum)			
1	1,22	1,20	3,25	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
2	1,22	3,59	3,25	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
3	1,22	5,98	3,25	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
4	1,22	8,37	3,25	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2

MEMORIA

5	3,65	1,20	3,25	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
6	3,65	3,59	3,25	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
7	3,65	5,98	3,25	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
8	3,65	8,37	3,25	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
9	6,08	1,20	3,25	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
10	6,08	3,59	3,25	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
11	6,08	5,98	3,25	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
12	6,08	8,37	3,25	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
13	8,51	1,20	3,25	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
14	8,51	3,59	3,25	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
15	8,51	5,98	3,25	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
16	8,51	8,37	3,25	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2

1.6.4.7.5. Sala comedor principal 3

Luminarias utilizadas

Nº total de luminarias: 5

Factor de mantenimiento: 75,00%

Nº	Coordenadas de posición X(m) Y(m)		Altura Montaje h(m)	Flujo (lum)	Modelo de Luminaria	Modelo de Lámpara	Ud.
1	1,25	1,22	3,25	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
2	1,25	3,65	3,25	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2

MEMORIA

3	3,75	1,22	3,25	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
4	3,75	3,65	3,25	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
4	2,5	2,43	3,25	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2

1.6.4.7.6. Zona escaleras

Luminarias utilizadas

Nº total de luminarias: 11

Factor de mantenimiento: 75,00%

Nº	Coordenadas de posición X(m) Y(m)		Altura Montaje h(m)	Flujo (lum)	Modelo de Luminaria	Modelo de Lámpara	Ud.
1	0,63	0,79	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
2	0,63	2,36	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
3	0,63	3,93	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
4	1,88	0,79	v	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
5	1,88	2,36	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
6	1,88	3,93	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
7	3,13	0,79	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
8	3,13	2,36	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
9	3,13	3,93	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
10	4,38	0,79	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
11	4,38	2,36	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1

MEMORIA

1.6.4.7.7. Zona evacuación comedores

Luminarias utilizadas

Nº total de luminarias: 7

Factor de mantenimiento: 75,00%

Nº	Coordenadas de posición X(m) Y(m)		Altura Montaje h(m)	Flujo (lum)	Modelo de Luminaria	Modelo de Lámpara	Ud.
1	0,70	0,76	3,25	1.800,00	Fluor.Compact 1x26 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-26w	1
2	2,09	0,76	3,25	1.800,00	Fluor.Compact 1x26 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-26w	1
3	3,48	0,76	3,25	1.800,00	Fluor.Compact 1x26 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-26w	1
4	4,87	0,76	3,25	1.800,00	Fluor.Compact 1x26 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-26w	1
5	6,26	0,76	3,25	1.800,00	Fluor.Compact 1x26 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-26w	1
6	7,65	0,76	3,25	1.800,00	Fluor.Compact 1x26 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-26w	1
7	9,04	0,76	3,25	1.800,00	Fluor.Compact 1x26 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-26w	1

1.6.4.7.8. Zona pasillo lavabos

Luminarias utilizadas

Nº total de luminarias: 12

Factor de mantenimiento: 75,00%

Nº	Coordenadas de posición X(m) Y(m)		Altura Montaje h(m)	Flujo (lum)	Modelo de Luminaria	Modelo de Lampara	Ud.
1	0,65	0,34	3,25	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
2	0,65	1,01	3,25	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
3	0,65	1,68	3,25	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1

MEMORIA

4	0,65	2,35	3,25	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
5	0,65	3,02	3,25	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
6	0,65	3,69	3,25	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
7	0,65	4,36	3,25	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
8	0,65	5,03	3,25	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
9	0,65	5,70	3,25	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
10	0,65	6,37	3,25	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
11	0,65	7,04	3,25	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
12	0,65	7,71	3,25	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1

1.6.4.7.9. Sala lavabo minusválidos

Luminarias utilizadas

Nº total de luminarias: 5

Factor de mantenimiento: 75,00%

Nº	Coordenadas de posición X(m) Y(m)		Altura Montaje h(m)	Flujo (lum)	Modelo de Luminaria	Modelo de Lámpara	Ud.
1	0,83	0,39	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
2	0,83	1,17	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
3	1,68	0,78	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
4	2,48	0,39	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
5	2,48	1,17	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1

MEMORIA

1.6.4.7.10. Sala lavabo caballeros

Luminarias utilizadas

Nº total de luminarias: 9

Factor de mantenimiento: 75,00%

Nº	Coordenadas de posición X(m) Y(m)		Altura Montaje h(m)	Flujo (lum)	Modelo de Luminaria	Modelo de Lámpara	Ud.
1	0,55	0,50	3,25	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
2	0,55	1,49	3,25	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
3	0,55	2,48	3,25	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
4	1,65	0,50	3,25	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
5	1,65	1,49	3,25	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
6	1,65	2,48	3,25	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
7	2,75	0,50	3,25	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
8	2,75	1,49	3,25	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
9	2,75	2,48	3,25	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1

1.6.4.7.11. Sala lavabo señoras

Luminarias utilizadas

Nº total de luminarias: 9

Factor de mantenimiento: 75,00%

Nº	Coordenadas de posición X(m) Y(m)		Altura Montaje h(m)	Flujo (lum)	Modelo de Luminaria	Modelo de Lámpara	Ud.
1	0,55	0,54	3,25	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1

MEMORIA

2	0,55	1,61	3,25	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
3	0,55	2,68	3,25	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
4	1,65	0,54	3,25	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
5	1,65	1,61	3,25	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
6	1,65	2,68	3,25	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
7	2,75	0,54	3,25	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
8	2,75	1,61	3,25	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
9	2,75	2,68	3,25	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1

1.6.4.7.12. Zona cocina

Luminarias utilizadas

Nº total de luminarias: 8

Factor de mantenimiento: 75,00%

Nº	Coordenadas de posición X(m) Y(m)		Altura Montaje h(m)	Flujo (lum)	Modelo de Luminaria	Modelo de Lámpara	Ud.
1	0,92	1,19	2,95	6.900,00	Fluorescente 2x36 MODELO OD3438	Fluores. T26 STANDARD-36w	2
2	0,92	3,57	2,95	6.900,00	Fluorescente 2x36 MODELO OD3438	Fluores. T26 STANDARD-36w	2
3	2,76	1,19	2,95	6.900,00	Fluorescente 2x36 MODELO OD3438	Fluores. T26 STANDARD-36w	2
4	2,76	3,57	2,95	6.900,00	Fluorescente 2x36 MODELO OD3438	Fluores. T26 STANDARD-36w	2
5	4,60	1,19	2,95	6.900,00	Fluorescente 2x36 MODELO OD3438	Fluores. T26 STANDARD-36w	2
6	4,60	3,57	2,95	6.900,00	Fluorescente 2x36 MODELO OD3438	Fluores. T26 STANDARD-36w	2
7	6,44	1,19	2,95	6.900,00	Fluorescente 2x36	Fluores. T26	2

MEMORIA

					MODELO OD3438	STANDARD-36w	
8	6,44	3,57	2,95	6.900,00	Fluorescente 2x36 MODELO OD3438	Fluores. T26 STANDARD-36w	2

1.6.4.7.13. Zona paso cocina

Luminarias utilizadas

Nº total de luminarias: 4

Factor de mantenimiento: 75,00%

Nº	Coordenadas de posición X(m) Y(m)		Altura Montaje h(m)	Flujo (lum)	Modelo de Luminaria	Modelo de Lámpara	Ud.
1	0,90	0,75	3,25	1.800,00	Fluor.Compact INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-26w	1
2	0,90	1,85	3,25	1.800,00	Fluor.Compact INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-26w	1
3	0,90	3,05	3,25	1.800,00	Fluor.Compact INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-26w	1
4	0,90	4,25	3,25	1.800,00	Fluor.Compact INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-26w	1

1.6.4.7.14. Zona estanterías cocina

Luminarias utilizadas

Nº total de luminarias: 4

Factor de mantenimiento: 75,00%

Nº	Coordenadas de posición X(m) Y(m)		Altura Montaje h(m)	Flujo (lum)	Modelo de Luminaria	Modelo de Lámpara	Ud.
1	0,48	0,50	3,25	1.800,00	Fluor.Compact INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-26w	1
2	0,48	1,50	3,25	1.800,00	Fluor.Compact INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-26w	1
3	1,43	0,50	3,25	1.800,00	Fluor.Compact INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-26w	1
4	1,43	1,50	3,25	1.800,00	Fluor.Compact INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-26w	1

1.6.4.7.15. Sala repostería

MEMORIA

Luminarias utilizadas

Nº total de luminarias: 2

Factor de mantenimiento: 75,00%

Nº	Coordenadas de posición		Altura Montaje	Flujo	Modelo de Luminaria	Modelo de Lámpara	Ud.
	X(m)	Y(m)	h(m)	(lum)			
1	1,05	0,73	2,95	6.900,00	Fluorescente 2x36 MODELO OD3438	Fluores. T26 STANDARD-36w	2
2	1,05	2,18	2,95	6.900,00	Fluorescente 2x36 MODELO OD3438	Fluores. T26 STANDARD-36w	2

1.6.4.7.16. Sala preparación platos fríos

Luminarias utilizadas

Nº total de luminarias: 2

Factor de mantenimiento: 75,00%

Nº	Coordenadas de posición		Altura Montaje	Flujo	Modelo de Luminaria	Modelo de Lámpara	Ud.
	X(m)	Y(m)	h(m)	(lum)			
1	0,82	1,00	2,95	6.900,00	Fluorescente 2x36 MODELO OD3438	Fluores. T26 STANDARD-36w	2
2	2,46	1,00	2,95	6.900,00	Fluorescente 2x36 MODELO OD3438	Fluores. T26 STANDARD-36w	2

1.6.4.7.17. Sala lavado

Luminarias utilizadas

Nº total de luminarias: 3

Factor de mantenimiento: 75,00%

Nº	Coordenadas de posición		Altura Montaje	Flujo	Modelo de Luminaria	Modelo de Lámpara	Ud.
	X(m)	Y(m)	h(m)	(lum)			
1	0,55	1,40	2,95	6.900,00	Fluorescente 2x36 MODELO OD3438	Fluores. T26 STANDARD-36w	2
2	1,64	1,40	2,95	6.900,00	Fluorescente 2x36 MODELO OD3438	Fluores. T26 STANDARD-36w	2

MEMORIA

3	2,73	1,40	2,95	6.900,00	Fluorescente 2x36 MODELO OD3438	Fluores. T26 STANDARD-36w	2
---	------	------	------	----------	------------------------------------	------------------------------	---

1.6.4.7.18. Sala mantenimiento

Luminarias utilizadas

Nº total de luminarias: 2

Factor de mantenimiento: 75,00%

Nº Ud.	Coordenadas de posición		Altura Montaje	Flujo (lum)	Modelo de Luminaria	Modelo de Lámpara	
	X(m)	Y(m)	h(m)				
1	0,75	0,60	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
2	2,25	0,60	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1

1.6.4.7.19. Sala almacén

Luminarias utilizadas

Nº total de luminarias: 3

Factor de mantenimiento: 75,00%

Nº	Coordenadas de posición		Altura Montaje	Flujo (lum)	Modelo de Luminaria	Modelo de Lámpara	Ud.
	X(m)	Y(m)	h(m)				
1	0,50	1,05	3,25	2.400,00	Fluorescente 1x36 MODELO OD3474	Fluores. T26 STANDARD-36w	1
2	1,50	1,05	3,25	2.400,00	Fluorescente 1x36 MODELO OD3474	Fluores. T26 STANDARD-36w	1
3	2,50	1,05	3,25	2.400,00	Fluorescente 1x36 MODELO OD3474	Fluores. T26 STANDARD-36w	1

1.6.4.7.20. Zona pasillo cámaras

Luminarias utilizadas

Nº total de luminarias: 7

Factor de mantenimiento: 75,00%

MEMORIA

Nº	Coordenadas de posición		Altura Montaje h(m)	Flujo (lum)	Modelo de Luminaria	Modelo de Lámpara	Ud.
	X(m)	Y(m)					
1	0,60	0,63	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
2	0,60	1,88	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
3	0,60	3,13	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
4	0,60	4,38	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
5	0,60	5,63	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
6	0,60	6,88	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
7	0,60	8,13	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1

1.6.4.7.21. Zona pasillo evacuación cámaras

Luminarias utilizadas

Nº total de luminarias: 3

Factor de mantenimiento: 75,00%

Nº Ud.	Coordenadas de posición		Altura Montaje h(m)	Flujo (lum)	Modelo de Luminaria	Modelo de Lámpara	
	X(m)	Y(m)					
1	0,72	0,50	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
2	2,15	0,50	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
3	3,58	0,50	3,25	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1

1.6.4.7.22. Zona comedor secundario 1

Luminarias utilizadas

Nº total de luminarias: 16

Factor de mantenimiento: 75,00%

MEMORIA

Nº	Coordenadas de posición X(m) Y(m)		Altura Montaje h(m)	Flujo (lum)	Modelo de Luminaria	Modelo de Lámpara	Ud.
1	1,22	1,20	3,00	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
2	1,22	3,59	3,00	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
3	1,22	5,98	3,00	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
4	1,22	8,37	3,00	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
5	3,65	1,20	3,00	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
6	3,65	3,59	3,00	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
7	3,65	5,98	3,00	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
8	3,65	8,37	3,00	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
9	6,08	1,20	3,00	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
10	6,08	3,59	3,00	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
11	6,08	5,98	3,00	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
12	6,08	8,37	3,00	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
13	8,51	1,20	3,00	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
14	8,51	3,59	3,00	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
15	8,51	5,98	3,00	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
16	8,51	8,37	3,00	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2

1.6.4.7.23. Zona comedor secundario 2

MEMORIA

Luminarias utilizadas

Nº total de luminarias: 4

Factor de mantenimiento: 75,00%

Nº	Coordenadas de posición		Altura Montaje	Flujo	Modelo de Luminaria	Modelo de Lámpara	Ud.
	X(m)	Y(m)	h(m)	(lum)			
1	1,25	1,22	3,00	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
2	1,25	3,65	3,00	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
3	3,75	1,22	3,00	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2
4	3,75	3,65	3,00	4.500,00	Fluor.Compact 2x32 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-32w	2

1.6.4.7.24. Zona pasillo vestuarios

Luminarias utilizadas

Nº total de luminarias: 14

Factor de mantenimiento: 75,00%

Nº Ud.	Coordenadas de posición		Altura Montaje	Flujo	Modelo de Luminaria	Modelo de Lámpara	
	X(m)	Y(m)	h(m)	(lum)			
1	0,65	0,34	3,00	650,00	Foco incandescente MODELO 770037/036	Incandes.A40 STANDARD-60w	1
2	0,65	1,02	3,00	650,00	Foco incandescente MODELO 770037/036	Incandes.A40 STANDARD-60w	1
3	0,65	1,70	3,00	650,00	Foco incandescente MODELO 770037/036	Incandes.A40 STANDARD-60w	1
4	0,65	2,38	3,00	650,00	Foco incandescente MODELO 770037/036	Incandes.A40 STANDARD-60w	1
5	0,65	3,06	3,00	650,00	Foco incandescente MODELO 770037/036	Incandes.A40 STANDARD-60w	1
6	0,65	3,74	3,00	650,00	Foco incandescente MODELO 770037/036	Incandes.A40 STANDARD-60w	1
7	0,65	4,42	3,00	650,00	Foco incandescente	Incandes.A40	1

MEMORIA

MODELO 770037/036 STANDARD-60w							
8	0,65	5,10	3,00	650,00	Foco incandescente MODELO 770037/036	Incandes.A40 STANDARD-60w	1
9	0,65	5,78	3,00	650,00	Foco incandescente MODELO 770037/036	Incandes.A40 STANDARD-60w	1
10	0,65	6,46	3,00	650,00	Foco incandescente MODELO 770037/036	Incandes.A40 STANDARD-60w	1
11	0,65	7,14	3,00	650,00	Foco incandescente MODELO 770037/036	Incandes.A40 STANDARD-60w	1
12	0,65	7,82	3,00	650,00	Foco incandescente MODELO 770037/036	Incandes.A40 STANDARD-60w	1
13	0,65	8,50	3,00	650,00	Foco incandescente MODELO 770037/036	Incandes.A40 STANDARD-60w	1
14	0,65	9,18	3,00	650,00	Foco incandescente MODELO 770037/036	Incandes.A40 STANDARD-60w	1

1.6.4.7.25. Sala lavabo caballeros 1ª planta

Luminarias utilizadas

Nº total de luminarias: 9

Factor de mantenimiento: 75,00%

Nº	Coordenadas de posición X(m) Y(m)		Altura Montaje h(m)	Flujo (lum)	Modelo de Luminaria	Modelo de Lámpara	Ud.
1	0,55	0,50	3,00	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
2	0,55	1,49	3,00	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
3	0,55	2,48	3,00	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
4	1,65	0,50	3,00	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
5	1,65	1,49	3,00	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
6	1,65	2,48	3,00	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
7	2,75	0,50	3,00	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1

MEMORIA

8	2,75	1,49	3,00	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
9	2,75	2,48	3,00	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1

1.6.4.7.26. Sala lavabo señoras 1ª planta

Luminarias utilizadas

Nº total de luminarias: 9

Factor de mantenimiento: 75,00%

Nº	Coordenadas de posición X(m) Y(m)		Altura Montaje h(m)	Flujo (lum)	Modelo de Luminaria	Modelo de Lámpara	Ud.
1	0,55	0,54	3,00	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
2	0,55	1,61	3,00	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
3	0,55	2,68	3,00	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
4	1,65	0,54	3,00	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
5	1,65	1,61	3,00	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
6	1,65	2,68	3,00	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
7	2,75	0,54	3,00	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
8	2,75	1,61	3,00	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1
9	2,75	2,68	3,00	750,00	Incand. Halógena INDAL OQUO 238-O	Incand. Halógena INDAL-60w	1

1.6.4.7.27. Sala vestuarios hombres

Luminarias utilizadas

Nº total de luminarias: 2

Factor de mantenimiento: 80,00%

MEMORIA

Nº	Coordenadas de posición		Altura Montaje	Flujo	Modelo de Luminaria	Modelo de Lámpara	Ud.
	X(m)	Y(m)	h(m)	(lum)			
1	0,83	0,77	3,00	2.400,00	Fluorescente 1x36 MODELO OD3474	Fluores. T26 STANDARD-36w	1
2	2,48	0,77	3,00	2.400,00	Fluorescente 1x36 MODELO OD3474	Fluores. T26 STANDARD-36w	1

1.6.4.7.28. Sala vestuarios mujeres

Luminarias utilizadas

Nº total de luminarias: 2

Factor de mantenimiento: 75,00%

Nº	Coordenadas de posición		Altura Montaje	Flujo	Modelo de Luminaria	Modelo de Lámpara	Ud.
	X(m)	Y(m)	h(m)	(lum)			
1	0,83	0,77	3,00	2.400,00	Fluorescente 1x36 MODELO OD3474	Fluores. T26 STANDARD-36w	1
2	2,48	0,77	3,00	2.400,00	Fluorescente 1x36 MODELO OD3474	Fluores. T26 STANDARD-36w	1

1.6.4.7.29. Zona bar 1ª planta

Luminarias utilizadas

Nº total de luminarias: 10

Factor de mantenimiento: 75,00%

Nº	Coordenadas de posición		Altura Montaje	Flujo	Modelo de Luminaria	Modelo de Lámpara	Ud.
	X(m)	Y(m)	h(m)	(lum)			
1	0,63	0,50	3,00	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
2	0,63	1,50	3,00	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
3	0,63	2,50	3,00	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
4	0,63	3,50	3,00	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1

MEMORIA

5	0,63	4,50	3,00	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
6	1,88	0,50	3,00	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
7	1,88	1,50	3,00	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
8	1,88	2,50	3,00	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
9	1,88	3,50	3,00	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1
10	1,88	4,50	3,00	1.380,00	Foco incandescente MODELO 770037/038	Incandes.A60 STANDARD-100w	1

1.6.4.7.30. Zona paso a terraza

Luminarias utilizadas

Nº total de luminarias: 9

Factor de mantenimiento: 75,00%

Nº	Coordenadas de posición X(m) Y(m)		Altura Montaje h(m)	Flujo (lum)	Modelo de Luminaria	Modelo de Lámpara	Ud.
1	0,61	0,84	3,00	1.800,00	Fluor.Compact 1x26 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-26w	1
2	0,61	2,51	3,00	1.800,00	Fluor.Compact 1x26 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-26w	1
3	0,61	4,18	3,00	1.800,00	Fluor.Compact 1x26 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-26w	1
4	1,83	0,84	3,00	1.800,00	Fluor.Compact 1x26 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-26w	1
5	1,83	2,51	3,00	1.800,00	Fluor.Compact 1x26 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-26w	1
6	1,83	4,18	3,00	1.800,00	Fluor.Compact 1x26 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-26w	1
7	3,05	0,84	3,00	1.800,00	Fluor.Compact 1x26 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-26w	1
8	3,05	2,51	3,00	1.800,00	Fluor.Compact 1x26 INDAL STAR-172S	Fluor.Compact INDAL-26w	1
9	3,05	4,18	3,00	1.800,00	Fluor.Compact 1x26	Fluor.Compact	1

INDAL STAR-172S INDAL-26w

1.6.4.7.31. Sala preparación 1ª planta

Luminarias utilizadas

Nº total de luminarias: 2

Factor de mantenimiento: 75,00%

Nº	Coordenadas de posición X(m) Y(m)		Altura Montaje h(m)	Flujo (lum)	Modelo de Luminaria	Modelo de Lámpara	Ud.
1	0,83	1,25	2,70	6.900,00	Fluorescente 2x36 MODELO OD3438	Fluores. T26 STANDARD-36w	2
2	2,48	1,25	2,70	6.900,00	Fluorescente 2x36 MODELO OD3438	Fluores. T26 STANDARD-36w	2

1.6.4.7.32. Sala gestión

Luminarias utilizadas

Nº total de luminarias: 5

Factor de mantenimiento: 75,00%

Nº	Coordenadas de posición X(m) Y(m)		Altura Montaje h(m)	Flujo (lum)	Modelo de Luminaria	Modelo de Lámpara	Ud.
1	0,83	0,58	3,00	6.900,00	Fluorescente 2x36 MODELO OD3438	Fluores. T26 STANDARD-36w	2
2	0,83	1,73	3,00	6.900,00	Fluorescente 2x36 MODELO OD3438	Fluores. T26 STANDARD-36w	2
3	1,65	1,15	3,00	6.900,00	Fluorescente 2x36 MODELO OD3438	Fluores. T26 STANDARD-36w	2
4	2,48	0,58	3,00	6.900,00	Fluorescente 2x36 MODELO OD3438	Fluores. T26 STANDARD-36w	2
5	2,48	1,73	3,00	6.900,00	Fluorescente 2x36 MODELO OD3438	Fluores. T26 STANDARD-36w	2

1.6.5. CONCLUSIONES

En la actualidad, los centros laborales y lugares en que vivimos o nos encontramos, son algo más que un mero lugar de trabajo u ocio, son entornos en los que las personas y sus necesidades deben ser puntos de máxima atención para el diseño de la iluminación. Por lo tanto

se exige que las soluciones tomadas en la instalación de iluminación sean parte de un conjunto, soluciones que generen ambientes agradables, ergonómicamente correctos y energéticamente racionales.

Por ello, el diseño y la instalación de la iluminación del restaurante y de los lugares de trabajo, se adaptará a las características de la actividad que en éstos se desarrolla.

En la selección de luminarias hemos acentuado la selección lámparas fluorescentes, tanto en su versión lineal como compacta, debido a su bajo consumo, larga vida útil y que reproducen perfectamente todas las tonalidades de luz requeridas en cada recinto. Disminuyendo así, el uso de lámparas incandescentes a zonas puntuales, ya que éstas, presentan un rendimiento energético muy inferior a las fluorescentes y el tiempo de vida útil es menor.

1.7. INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN

1.7.1. OBJETIVO

El objeto del presente apartado es especificar las partes que componen la instalación de climatización y ventilación necesaria para el acondicionamiento del restaurante. También exponer las condiciones técnicas y económicas, efectuando los cálculos que justifiquen las soluciones adoptadas.

La instalación de climatización, se diseñará para proporcionar un mayor bienestar a los ocupantes del edificio, mantendrá, tanto en verano como en invierno, temperaturas que pueden oscilar entre los 20 y 25 °C y niveles próximos al 50% de humedad relativa. Contemplará, también, una renovación de aire adecuada al número de personas y la actividad que realizan, sin olvidar las características interiores del local.

1.7.2. INTRODUCCIÓN

1.7.2.1. Generalidades

Debe tenerse en cuenta que el proceso de ventilación y climatización del aire se realizan simultáneamente a través del mismo fancoil con recuperador entálpico, ya que parte del aire recuperado de las zonas climatizadas es expulsado al exterior y es substituido por aire del exterior, realizando las tareas de renovación del aire. El aire de recirculación, que proviene del local, junto al introducido del exterior, es reintroducido al interior de las diferentes zonas previo tratamiento térmico y filtrado/purificado mediante filtros.

Al referirnos a ventilación en la zona de cocinas, hablamos del aire tomado del exterior por un ventilador y distribuido a dicha zona. Por otro lado también hacemos referencia a la extracción de los humos y vapores de las zonas de preparación de alimentos.

En baños y vestuarios la ventilación se realizará de forma natural sin aporte de aire por medios mecánicos, y la extracción se realizará mediante pequeños ventiladores instalados en los baños y vestuarios, y con descarga directa al exterior.

1.7.2.2. Climatización

El sistema elegido para la climatización de las diferentes zonas del local será el de planta enfriadora, con recuperador entálpico, y distribución del aire mediante conductos en ambas plantas mediante unidades terminales tipo fancoil. Este sistema consiste en transportar el fluido portador de frío/calor hasta las unidades terminales, donde se realiza la climatización del aire.

Para el montaje de este sistema de climatización debe instalarse dos tipos de instalaciones distintas. Una formada por conductos. El agua se dirige desde la planta enfriadora tratada térmicamente, según el caso, hasta los diferentes fancoils, situados en ambas plantas. El fancoil es simplemente que un intercambiador de calor, pasamos la energía térmica del agua al aire, una vez tenemos el aire con la energía térmica deseada, lo impulsamos a través de los conductos de distribución del aire mediante un ventilador ya incorporado en el fancoil. El aire pasa a través del conducto principal y se va esparciendo a través de las sucesivas derivaciones hasta las zonas a climatizar, una vez allí es expulsado a través de las rejillas de impulsión.

Este sistema requiere un retorno, es decir, recuperar el aire tratado introducido en local para climatizarlo, para volverlo a tratar térmicamente, y filtrarlo, repitiendo así el circuito. Además también requiere, como todo sistema de climatización, un sistema de ventilación, extrayendo aire desde el interior del local y aportando aire del exterior. Es en este momento cuando interviene el recuperador entálpico, éste es un intercambiador de calor a contracorriente de dos flujos a distintas temperaturas que se cruzan sin mezclarse, este factor provoca un pretratamiento del aire a introducir, aprovechando las características del expulsado, para evitar saltos de temperaturas altos y, de esta manera, reducir la carga térmica a aportar al fluido “nuevo”, ahorrando así energía.

Es por este motivo que el sistema de climatización conlleva unos sistemas auxiliares a su alrededor formado por los siguientes apartados:

1. Distribución del agua mediante conducto, desde la planta enfriadora hasta los fancoil.
2. Sistema de conductos de distribución del aire, con rejillas difusoras regulables como unidades terminales.
3. Sistema de retorno, mediante rejillas de retorno y por plenum, para las zonas climatizadas mediante conductos.
4. Unidades fancoil terminales.
5. Sistema de ventilación del local, introducción de aire del exterior, mediante tratamientos con filtros.
6. Sistema de extracción del aire del interior del local, según zonas.

7. Recuperador entálpico, intercambiador de calor mediante los dos sistemas anteriores.

Las instalaciones de climatización tienen como misión mantener la temperatura, humedad y calidad del aire dentro de los límites que se prescriban para cada caso concreto.

Dentro de la climatización se distinguen la calefacción, o climatización de invierno, y la refrigeración o climatización de verano.

Se seleccionará el tipo de instalación de aire acondicionado en función de determinados criterios como pueden ser:

- Características del área a acondicionar y la actividad que se va a desarrollar en la misma.
- Coste de instalación y de funcionamiento.
- Nivel de control de los diferentes parámetros del aire.
- Calidad del aire interior.
- Necesidades de mantenimiento de la instalación.
- Nivel de ruido, etc.

El sistema de acondicionamiento de aire según la forma mediante el cual enfriamos o calentamos el mismo, dentro del local que se pretende acondicionar, es del tipo todo agua (Fan-coils).

Todos los conductos tanto de la instalación de climatización como de ventilación en la zona destinada al público, serán paneles rígidos de lana de vidrio aglomerada con resinas termoendurecibles. Una de sus caras, la que constituirá la superficie externa del conducto, está recubierta por un complejo que actúa de barrera de vapor y proporciona la estanquidad al conducto. La otra cara, la interior del conducto, puede aparecer desnuda, con revestimiento de velo de vidrio, o con complejo de aluminio.

Los conductos serán de la marca ISOVER CLIMAVÉR PLUS. Los diferentes tipos de revestimientos y densidades del panel de lana de vidrio definen los distintos productos que componen la gama.

1.7.2.3. Ventilación

La ventilación de los locales a climatizar es un factor a tener en cuenta a la hora de dimensionar un sistema de climatización, ya que se introduce aire del exterior, que está a una temperatura diferente a la proyectada para el bienestar térmico. Este aire deberá tratarse para climatizarlo (calentando o enfriando), según el caso, hasta que consiga la temperatura de diseño. De ahí la importancia de este factor, ya que si la ventilación de un local es excesiva, aumentará notablemente la carga térmica y por tanto las capacidades de refrigeración/calefacción de los equipos a instalar. Es por este motivo que se debe implantar una ventilación diferente en función de cada local, según superficie, actividad desempeñada y ocupación. Este es un parámetro de

diseño, que se puede modificar en todo caso, siempre y cuando se cumplan los valores mínimos establecidos por la normativa.

La renovación del aire en el local ocupado es necesaria para reponer el oxígeno y evacuar los subproductos de la actividad humana, o del proceso productivo, tales como el anhídrido carbónico, el exceso de vapor de agua, los olores desagradables u otros contaminantes.

Debe entenderse siempre que la ventilación es sinónimo de renovación o reposición de aire sucio o contaminado por aire limpio, por ejemplo, un sistema de climatización con una recirculación del aire al 100% no puede considerarse como un sistema de ventilación.

Para medir o especificar la ventilación de un recinto hay que indicar el volumen de aire que se renueva en la unidad de tiempo en m^3/s , m^3/h o l/s . Lo más común es referir el volumen de aire que se renueva por ocupante y unidad de tiempo (cociente entre el caudal y el número de ocupantes del local) o por unidad de superficie y unidad de tiempo (cociente entre el caudal y los metros cuadrados de superficie del local).

La ventilación del local será natural y forzada. Se habla de ventilación natural cuando no hay aporte de energía artificial para lograr la renovación del aire, comúnmente, la ventilación natural se consigue dejando aberturas en el local (puertas, ventanas, etc.), que comunican con el ambiente exterior. En la ventilación forzada utilizaremos ventiladores para conseguir la renovación.

En el caso de la ventilación natural, las diferencias de temperatura entre el exterior y el interior y los efectos del viento son el origen de las fuerzas que ocasionan el movimiento del aire necesario para lograr la ventilación. En función de estas fuerzas, y de la superficie, orientación y situación de las puertas y ventanas es posible lograr tasas de ventilación muy importantes.

En general la ventilación natural es suficiente cuando en el local no hay más focos de contaminación que las personas que lo ocupan. El principal inconveniente de la ventilación natural es la dificultad de regulación, ya que la tasa de renovación en cada momento depende de las condiciones climatológicas y de la superficie de las aberturas de comunicación con el exterior.

La ventilación forzada elimina este problema y la tasa de ventilación es perfectamente ajustable y controlable, en contrapartida consume energía eléctrica. Otra ventaja de la ventilación forzada frente a la natural es que puede ser aplicada en locales tales como sótanos o recintos interiores del edificio, que no tienen comunicación directa con el exterior y que, por tanto, su ventilación sólo puede lograrse mediante conducciones, a través de las cuales se fuerza el paso del aire mediante ventiladores.

1.7.3. NORMATIVA PARTICULAR

- Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE) y sus instrucciones técnicas complementarias (ITE) y se crea la comisión asesora para instalaciones térmicas de los edificios.
Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio, del Ministerio de la Presidencia.
B.O.E.: 5 de agosto de 1998.
- Norma Básica de la Edificación NBE-CA-88. Condiciones acústicas de los edificios.
Orden de 29 de septiembre de 1988, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
B.O.E.: 8 de octubre de 1988.

1.7.4. DEMANDA DE CARGAS TÉRMICAS POR RECINTOS

1.7.4.1. Características y recintos a climatizar del edificio

Las características de los recintos climatizados se muestran a continuación:

Referencia	Descripción	Planta	Superficie (m²)	Volumen (m³)
Comedor	Restaurantes	Baja	227,17	733,76
Comedor	Restaurantes	Primera	183,55	546,98
Vestuario1	Baño calefactado	Primera	5,05	15,05
Vestuario2	Baño calefactado	Primera	5,05	15,05
Oficina	Oficinas	Primera	7,60	22,65
Total:			428,42	1.333,48

Tabla 1.7.1. Recintos a climatizar

Una vez disponemos de los recintos del local a climatizar, obtenemos un volumen total a climatizar de 1.333,48 m³ y una superficie de 428,42 m², repartidos entre ambas plantas.

Las condiciones interiores de diseño fijarán una temperatura operativa durante el invierno de 22°C y durante el verano de 24°C. La humedad relativa en el interior del local será de alrededor del 50% en ambos periodos.

El número de ocupantes de cada recinto del local se especifica en los listados de resultados del cálculo de las cargas térmicas (Anexo climatización y ventilación), donde también se define el grado de ocupación del mismo, así como su actividad principal.

La velocidad del aire en la zona ocupada se mantendrá dentro de los límites de bienestar, siendo ésta no superior a 6 m/s.

1.7.4.1.1. Datos generales de partida

MEMORIA

Término municipal: Lleida.
Latitud (grados): 41.62 grados.
Altitud sobre el nivel del mar: 155 m.
Percentil para verano: 5.0 %.
Temperatura seca verano: 26.48 °C.
Temperatura húmeda verano: 22.60 °C.
Oscilación media diaria: 8.4 °C.
Oscilación media anual: 27.5 °C.
Percentil para invierno: 97.5 %.
Temperatura seca en invierno: 2.00 °C
Humedad relativa en invierno: 90 %.
Velocidad del viento: 3.6 m/s.
Temperatura del terreno: 6.67 °C.

MEMORIA

1.7.4.2. Cargas térmicas

1.7.4.2.1. Resumen cargas de refrigeración

Conjunto: Zona climatizada												
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica		
		Estructural (kcal/h)	Sensible interior (kcal/h)	Total interior (kcal/h)	Sensible (kcal/h)	Total (kcal/h)	Caudal (m3/h)	Sensible (kcal/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/h*m2)	Sensible (kcal/h)	Total (kcal/h)
Comedor planta baja	Planta baja	1718.49	8560.85	12561.99	10587.73	14588.87	5037.14	1078.06	24419.00	167.27	11665.78	39007.87
Comedor planta alta	Planta 1	1676.77	7823.67	11615.02	9785.45	13576.80	3984.81	852.83	19317.50	178.31	10638.28	32894.30
Vestuario	Planta 1	21.66	147.02	211.32	173.75	238.04	45.52	2.65	205.75	87.75	176.40	443.80
Vestuario2	Planta 1	28.56	144.89	209.03	178.65	242.79	43.90	2.56	198.45	90.45	181.21	441.24
Oficina	Planta 1	11.56	246.86	403.98	266.17	423.30	27.48	18.64	141.06	73.94	284.82	564.36
Total							9138.8					
Carga total simultánea											72435.9	

1.7.4.2.2. Resumen cargas de calefacción

Conjunto: Zona climatizada						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m3/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/h*m2)	Total (kcal/h)
Comedor planta baja	Planta baja	7317.62	5037.14	27524.86	149.41	34842.47
Comedor planta alta	Planta 1	4757.98	3984.81	21774.50	143.82	26532.47
Vestuario	Planta 1	291.37	45.52	248.74	106.79	540.10
Vestuario2	Planta 1	235.90	43.90	239.90	97.54	475.80
Oficina	Planta 1	575.05	27.48	150.15	95.01	725.20
Total			9138.8			
Carga total simultánea						63116.0

1.7.4.2.3. Resumen de las cargas de los conjuntos

MEMORIA

Refrigeración		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/h*m2)	Potencia total (kcal/h)
Zona climatizada	166.4	72435.9

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie	Potencia total
	(kcal/h*m2)	(kcal/h)
Zona climatizada	145.0	63116.0

1.7.5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

1.7.5.1. Generalidades

Dadas las características constructivas del edificio y para el uso al que se destinará, se ha diseñado una instalación de climatización de acuerdo con el funcionamiento de cada zona y que ofrezca las máximas ventajas de confort térmico, de ahorro energético y de flexibilidad a nivel de producción de frío y calor en cada zona a tratar.

Para cada parte del edificio, en la que se justifique su adopción en función de la ocupación, la orientación y el horario de funcionamiento, el reparto de los gastos de explotación, el mantenimiento, etc.

La instalación de climatización por fancoils consta de una unidad central que produce agua caliente o fría, según la época del año. Esta agua se lleva por medio de tuberías a una serie de terminales, llamados fancoils, y que son los encargados de climatizar las distintas dependencias. Estos fancoils se colocarán ocultos en falsos techos.

Se ejecutara un único sistema de climatización mediante unidad exterior climatizadora, y unidades interiores fan-coils:

- Las salas técnicas y almacenes situadas en la planta baja o principal y la cocina en no se climatizaran, en el caso de las salas técnicas no se climatizaran por la ausencia de personal y en el caso de cocina, además de ser un criterio de la propiedad, no se climatizaran por tener una carga térmica demasiado elevada para ser climatizada, de no ser así tendríamos un consumo energético demasiado elevado para ser asumible además de un uso desmesurado de superficie para la colocación de elementos y maquinaria.
- Las zonas de público se tratarán mediante climatizadores que utilizarán el agua fría de la planta enfriadora para refrigeración y el agua caliente de la misma planta y resistencias de apoyo ubicadas en la misma planta enfriadora para la calefacción. Las zonas interiores se climatizarán mediante acondicionadores del tipo expansión directa mediante conductos con aportación de aire exterior directo al sistema de retorno de cada máquina, tres fan-coils para la planta baja o principal y dos para la planta primera.

El nivel sonoro en las zonas de trabajo no sobrepasará los niveles máximos indicados por el RITE, ITE 2.2.3.1, que es de 55 dB en zonas comerciales.

1.7.5.2. Descripción del sistema de producción de agua para climatización

De acuerdo con los cálculos de cargas térmicas que se reflejan en las hojas de cálculo se diseñará la instalación de climatización de la zona de servicios comunes con climatizadores distribuidos tres en la planta baja y dos más en la planta primera, de los cuales se distribuye una red de conductos según se indica en planos adjuntos.

1.7.5.2.1. Circuito de producción de agua fría/caliente

Está formado por una planta enfriadora de bomba de calor reversible (aire-agua) Marca HITECSA modelo EWXBZ 4002 situada en planta cubierta (ver planos adjuntos) de las siguientes características:

1. Es una unidad compacta diseñada para su instalación en intemperie, bien en tejados planos, terrazas o suelo. Se suministra con la carga de refrigerante lista para la instalación.
2. La estructura de estos equipos es resistente a la intemperie. La base autoportante está construida con perfiles de acero de gran rigidez. El resto de la estructura es de acero, recubierta con pintura poliéster, aplicada en polvo y polimerizada al horno a 190 °C, que proporciona un excelente recubrimiento en cantos y esquinas. Las bandejas y separadores de aire tienen además pintura asfáltica para mayor protección anticorrosiva. Los paneles de acceso cuentan con cierres rápidos (1/4 de vuelta). El diseño está concebido para un fácil mantenimiento. El conjunto terminado tiene color RAL 1013.
3. El Circuito refrigerante incluye los siguientes elementos:
 - Circuitos totalmente independientes.
 - Baterías exteriores con tubos de cobre y aletas de aluminio.
 - Líneas de refrigerante de cobre ACR.
 - Filtros secadores en líneas de líquido.
 - Válvulas Schrader para tomas de servicio en alta y baja presión.
 - Válvulas reversibles de 4 vías.
 - Doble sistema de expansión.
 - Recipiente de aspiración.
 - Válvulas antiretorno.
4. Protecciones:

- Presostato de alta (corte a 2844 kPa y rearme manual).
- Presostato de baja (corte a 402 kPa y rearme automático).
- Calentador de carter de compresor.
- Termostato antihielo para el agua (conectado a 5,5 °C y con rearme manual).
- Termostato antihielo en aire exterior (conecta a 5 °C y corta automáticamente a 8 °C).
- Control de secuencia de compresores.
- Temporizadores para iniciación de arrancadas (180 segundos).
- Temporización entre compresores (30 segundos).
- Interruptor general.
- Interruptores magnetotérmicos.
- Presostatos de parada del ventilador.
- Relé de secuencias de fases (compresores scroll).
- Presostato diferencial de detección de caudal de agua.
- Sondas de regulación de temperatura.
- Selector frío-calor.
- Sistema de desescarche.

Características técnicas de la climatizadora:

- Potencia frigorífica nominal 98,5 kW.
- Potencia calorífica nominal 114,7 kW.
- Alimentación 400.III V.
- Compresor Tipo SCROLL, 2 unidades, circuito de control 24 V.
- Intercambiador, Tipo Placas soldadas, nº placas 2/50, volumen de agua 6 l, conexiones tuberías de agua 2".
- Batería exterior, tipo Batería de aletas de aluminio y tubos de cobre, superficie frontal 6,45 m², número de filas 3.
- Ventilador exterior, tipo axial, cantidad 4, diámetro Ø mm 710, caudal de aire 12,22 l/s.
- Potencia / Unidad 0,76 kW.
- Velocidad del motor 14,7 rps.
- Refrigerante, nº de circuitos 2, carga refrigerante R407C/Circuito kg 14,0.
- Características generales para la instalación eléctrica:
 - Voltaje (50 Hz ~) V 400.III.
 - Condiciones estándar frío: 40,9 kW y 69,5 A.
 - Condiciones máximas frío: kW 46,6 y 79,2 A.
 - Condiciones estándar bomba: 40,0 kW y 68,0 A.
 - Condiciones máximas bomba: 47,8 kW y 81,3 A.
 - Corriente de arranque 294 A.
- Presión sonora (a 5 m), 72 dB(A).

Se incluye bancada con tal de solventar las vibraciones producidas por la misma, conexiones eléctricas, conexiones de tuberías de desagüe de dimensiones según ITE 0283 hasta bajante de saneamiento más cercano, soportes tipo silentblock según UNE100153, puesta en funcionamiento, pruebas ITE06.

La producción de agua caliente es producida en la misma planta, la cual al ser bomba de calor, invierte el ciclo con tal de proporcionar fluido calefactado así como la utilización de resistencias eléctricas de apoyo de la misma planta en caso de condiciones extremas.

Se dejará en previsión un espacio alrededor del equipo para poder manipular la unidad convenientemente. Este espacio será el especificado por el fabricante de los equipos.

1.7.5.2.2. Circuito de distribución de agua

Distribución Interior:

Formado por una red de tuberías que distribuirán el agua fría o caliente desde los colectores hasta llegar a los elementos de climatización (climatizadores) mediante unas bombas circuladoras. Del colector saldrán dos ramales que partirán hasta planta baja o principal y planta primera para la alimentación de los climatizadores interiores (fan-coils).

Tanto los colectores como todas las tuberías de la producción se realizaran de acero negro sin soldadura, DIN 2448 ST 38, aisladas térmicamente con coquilla elastomérica de 30 mm..

Cabe precisar que tanto las tuberías como los aislamientos se han dimensionado para las condiciones más desfavorables, en la mayoría de los casos para el verano, es decir con un diferencial de temperatura de 5° C.

El espesor del aislamiento se ha dimensionado según RITE, tablas indicadas en ITE 03.12 Apéndice 03.1, punto 2 Espesores Mínimos.

Todos los ramales llevaran válvulas de corte seccionadoras, las de retorno serán, aparte de regulación de caudal, tipo Tour Andersson, en las cuales podemos obtener información del caudal y temperaturas mediante monitoreo electrónico a través de gestión centralizada.

Consideraciones Generales de la Normativa:

Las conducciones de la instalación deben estar señalizadas con franjas, anillos y flechas dispuestos sobre la superficie exterior de las mismas o de su aislamiento térmico, en el caso de que lo tengan, de acuerdo con lo indicado en UNE 100100.

Las conexiones, uniones, suportaciones, purgas, etc. de los diferentes elementos de una instalación se realizarán de acuerdo con la ITE 05.2.

Las conexiones entre equipos con partes en movimiento y tuberías se efectuarán mediante elementos flexibles.

- Llenado de circuitos de climatización

La alimentación se hará por medio de un dispositivo o aparato que servirá al mismo tiempo para reponer manual o automáticamente las pérdidas de agua. El dispositivo deberá ser capaz de crear una solución de continuidad en caso de caída de presión en la red de alimentación.

Antes del dispositivo de reposición se dispondrá una válvula de retención y un contador, precedidos por un filtro de malla metálica. Las válvulas de interceptación serán del tipo de esfera, asiento o cilindro. El diámetro mínimo de las conexiones se elegirá de acuerdo con la tabla siguiente:

Tuberías de alimentación según la ITE 02.8.2		
Potencia Térmica de la instalación (kW)	Diámetro nominal mínimo de la tubería de alimentación (mm.)	
	Calor	Frío
$P \leq 50$	15	20
$50 < P \leq 150$	20	25
$150 < P \leq 500$	25	32
$500 < P$	32	40

Tabla 1.7.2. Diámetro mínimo conexiones tubería de agua para climatización.

Se dispondrá de un modulo de inercia para compensar las dilataciones del fluido portante y con la capacidad de suministrar glicol a la red de distribución junto con agua de la red de suministro

- Vaciado de circuitos de climatización

Todas las redes de distribución de agua deben estar diseñadas de tal forma que puedan vaciarse total y parcialmente.

Los vaciados parciales de la red se harán usualmente por la base de las columnas, a través de un elemento cuyo diámetro será, como mínimo, igual a 20 mm.

El vaciado total se hará por el punto más bajo de la instalación, cuando este sea accesible a través de un elemento cuyo diámetro se determina, a partir de la potencia térmica de la instalación, en la tabla siguiente:

Tuberías de vaciado según la ITE 2.8.3		
Potencia Térmica de la instalación (kW)	Diámetro nominal mínimo de la tubería de vaciado (mm.)	
	Calor	Frío
P ≤ 50	20	25
50 < P ≤ 150	25	32
150 < P ≤ 500	32	40
500 < P	40	50

Tabla 1.7.3. Tuberías de vaciado circuito climatización.

Se establecerá un punto de vaciado cercano a un conducto de desagüe junto a la climatizadora interior (fan-coil) HITECSA BHW 720 de la planta baja.

En los circuitos de gran longitud, tanto horizontales como verticales, deben compensarse los movimientos de las tuberías por medio de compensadores de dilatación de acuerdo con lo establecido en UNE 100156. En el caso de utilización de tuberías de materiales plásticos se tendrán en cuenta los códigos de buena práctica UNE 53394, UNE 53399 y UNE 53495/2.

Para prevenir los efectos de golpes de ariete, provocados apertura rápida o cierre de elementos como válvulas o la puesta en marcha de bombas, deben instalarse elementos amortiguadores en los puntos cercanos a los elementos que los provocan, según la ITE 02.8.

1.7.5.3. Climatizadores

1.7.5.3.1. Descripción general

La instalación de climatización por fancoils consta de una unidad central que produce agua caliente o fría, según la época del año. Esta agua se lleva por medio de tuberías a una serie de terminales, llamados fancoils, y que son los encargados de climatizar las distintas dependencias. Estos fancoils se colocarán con una estética más cuidada ocultos en falsos techos. Al estar ocultos, el aire se impulsa por un pequeño conducto y sale por una rejilla rectangular.

Los climatizadores estarán destinados a vencer las cargas térmicas interiores y exteriores por lo que las características siguientes estarán de acuerdo con los cálculos realizados.

Las unidades climatizadoras de la serie BHW, Fan-Coil tipo “Baja Silueta” agua - aire, se suministran totalmente acabadas y dispuestas para su instalación. El diseño y la disposición de los elementos que la constituyen hacen que se adapten a un gran número de necesidades prácticas, a la vez que permiten un fácil acceso al interior del equipo para su posterior mantenimiento. Su reducida altura permite llevar a cabo la instalación en falsos techos, con la unidad apoyada o suspendida.

MEMORIA

El mueble exterior está fabricado en chapa de acero de alta calidad revestida de una aleación de aluminio, zinc y silicio. El conjunto está interiormente forrado con aislamiento termoacústico. La bandeja para la recogida del agua condensada está tratada con material asfáltico.

Los intercambiadores están contruidos con tubos de cobre expansionado mecánicamente sobre aletas de aluminio cuyo corrugado y ondulado especial consigue altos rendimientos de intercambio.

Los ventiladores son de tipo centrífugo, accionados por motores de tres velocidades, de reducido nivel sonoro, incorporan cojinetes del tipo prelubricado y están equilibrados estática y dinámicamente.

El filtro de aire es de poliuretano espumado de 10 mm de espesor y un reticulado especial S-20 de gran eficacia de filtración, extraíble y lavable.

1.7.5.3.2. Climatizadores zona público

Los fan-coil instalados para la zona destinada al público de planta baja o principal, serán 2 unidades del modelo BHW 515 y una unidad del modelo BHW 720. Por otro lado, los fan-coil destinados a la zona del público, vestuarios y despacho ubicados en la primera planta serán una unidad del modelo BHW 720 y una unidad del modelo BHW 724.

		MODELOS BHW		
Características	Tipo/Unidad	515	720	724
Potencia frigorífica	Velocidad I kW	12,2	20,2	25
	Velocidad II kW	13,9		
	Velocidad III kW	15,3		
Potencia calorífica	Velocidad I kW	16,1	26,5	32,7
Temperatura agua entrada 50 °C	Velocidad II kW	18,2		
	Velocidad III kW	19,7		
Potencia calorífica	Velocidad I kW	27,2	44,8	55,5
Temperatura agua entrada 70 °C	Velocidad II kW	30,8		
	Velocidad III kW	33,5		
Modelo ventilador		216/236	2X9/9DD	2X9/9DD
Caudal aire frío	Velocidad I kW m ³	2100	3500	4850
	Velocidad II kW m ³	2500		
	Velocidad III kW m ³	2800		
Caudal aire calor	Velocidad I kW m ³	2200	3850	5200
	Velocidad II kW m ³	2600		
	Velocidad III kW m ³	2900		

MEMORIA

Caudal agua frío y calor	Velocidad I kW m ³	2090	3365	4190
	Velocidad II kW m ³	2360		
	Velocidad III kW m ³	2565		
Potencia motor ventilador	kW-CV	0,55-3/4	0,25-1/3	0,36-1/2
Voltaje	V	230.I 50Hz	230.I 50Hz	230.I 50Hz
Potencia absorbida nominal	kW	0,6	0,81	1,6
Corriente absorbida nominal	A	2,75	3,9	7,4
Diámetro conexiones agua	"	1	1 1/4	1 1/4

Tabla 1.7.4. Características técnicas de lo fan-coil instalados en el local.

Se incluyen plenums de impulsión, juntas flexibles para conexión a conductos, conexiones eléctricas, conexiones de tubería, conexiones y desagüe de dimensiones según ITE 02.8.3 hasta bajante de saneamiento más cercano, bancada y soportes tipo silentblock según UNE 100153.

1.7.5.4. Difusión de aire

Se instalarán difusores lineales de conexión vertical con el fin de impulsar aire climatizado a la totalidad de la superficie.

El aire de retorno se absorberá por las rejillas de aspiración lineales con plenum de conexión vertical, intentando en la medida de lo posible colocarlos enfrentados a los difusores de impulsión, logrando así una perfecta cobertura de la superficie del restaurante.

Tanto la impulsión como el retorno serán conducidos con conducto Climaver-Plus hasta la maquina.

Las rejillas de difusión del aire para la correcta climatización cumplen también una tarea muy importante, como es la homogeneidad estética de las rejillas vistas.

Se diseñará el sistema para que cuando la central de incendios detecte fuego se interrumpa la alimentación eléctrica a las máquinas.

La aportación de aire nuevo se realiza mediante la misma máquina climatizadora interior o fan-coil, debido que éstas toman el aire directamente desde el exterior para tratarlo térmicamente.

1.7.5.4.1. Tipo de difusión del aire

El chorro rotacional, combinado con una velocidad de aire importante, crea el fenómeno de inducción: el aire impulsado inducido arrastra el aire ambiente mezclándose con él. La diferencia de temperatura entre el aire ambiente y el aire impulsado decrece rápidamente.

La altura libre hasta el techo del local es del tipo media altura (de 2,5 a 3,5 m de altura bajo el techo), y cuando la temperatura de impulsión es baja utilizaremos una difusión rotacional. El riesgo de corrientes de aire, resultante de una diferencia importante de temperatura entre el aire ambiente y el aire impulsado, es disminuido. El fenómeno de inducción permite mezclar rápidamente el aire impulsado con el aire ambiente y la velocidad del aire decrece rápidamente. De esta manera se obtiene un confort de difusión óptimo, con bajas velocidades de aire residuales en la zona de ocupación (ver figura 1.7.1.).

Además, la difusión por chorro rotacional permite resolver problemas que pueden provocar los obstáculos situados en el techo. Este concepto de difusión de aire no utiliza el efecto Coanda, no hay vena de aire que siga el techo por lo tanto no existe el riesgo que éste caiga en la zona de ocupación.

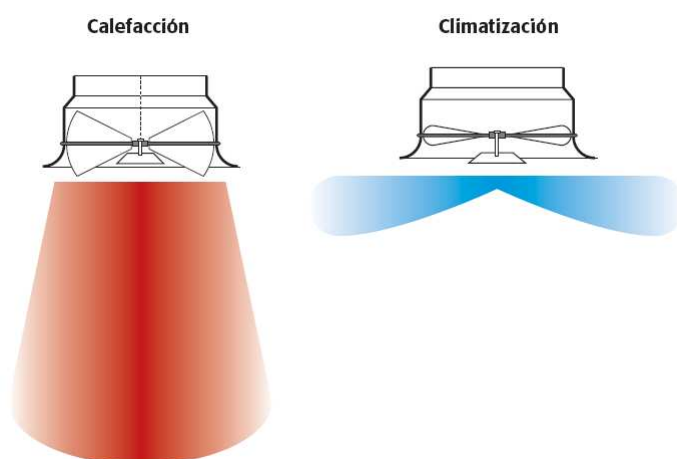


Imagen 1.7.1. Forma del chorro rotacional según el modo de difusión.

1.7.5.5. Calidad de confort térmico

La utilización del aire como medio de climatización de un local aporta un mayor nivel de confort térmico. El aire condicionado permite garantizar un clima interior de más calidad ya que tiene en consideración los conceptos de temperatura y humedad.

Esta instalación se ha diseñado de manera que cada planta disponga de las mejores condiciones de confort.

Se pretende dotar a las plantas de un sistema de climatización que nos acondicione las plantas según las necesidades de cada momento.

La actividad que se desarrollará en las zonas públicas del restaurante originará una gran aportación de calor interno al local, provocado por la ocupación de personas y por el calor latente generado por los platos cocinados. Esto hace que las necesidades de calor o frío de cada planta no dependan exclusivamente de la estación climática, sino de la propia actividad de cada

dependencia. Por este motivo la instalación que se ha diseñado permite ejecutar las funciones que explicaremos a continuación.

Los climatizadores estarán regidos por sondas de temperaturas exteriores, en conductos y cañerías, estas a su vez será comandado a través de un sistema de gestión centralizada donde se comandaran las ordenes a las válvulas de tres vías y reguladores de caudal así como los propios climatizadores para regular la temperatura del aire de impulsión. El cambio de ciclo de verano a invierno se realizará manualmente mediante el sistema de gestión.

1.7.5.5.1. Ciclo verano

Aportación de aire frío en la planta que tengan demanda.

Funcionamiento del sistema de ventilación global del local que garantice las condiciones de confort e higiene adecuadas.

1.7.5.5.2. Ciclo invierno

Aportación de aire caliente en la planta que tenga demanda.

Funcionamiento del sistema de ventilación global del local que garantice las condiciones de confort e higiene adecuadas.

1.7.5.6. Conductos de distribución de aire

Los conductos de aire y sus accesorios deberán instalarse según indica la ITE 02.9. Deben instalarse aperturas de servicio en las redes de conductos para facilitar su limpieza; las aperturas se situarán según lo indicado en UNE 100030 y a una distancia máxima de 10 m para todo tipo de conductos. A estos efectos pueden emplearse las aperturas para el acoplamiento a unidades terminales.

Cuando se atraviere un elemento al que se le exija una determinada resistencia al fuego, la solución constructiva del conjunto debe mantener, como mínimo, la misma resistencia.

Para el cálculo de pared de conductos que se muestra en los planos adjuntos a la presente memoria se ha utilizado el método de pérdida de carga constante. Este método se ha utilizado en los conductos de impulsión y extracción de aire, consiste en calcular los conductos de forma que tengan la misma pérdida de carga por unidad de longitud, a lo largo de todo el conducto.

Los conductos están formados por paneles canteados de lana de vidrio CLIMAVER PLUS, que son Paneles rígidos de lana de vidrio aglomerada con resinas termoendurecibles. Una de sus caras, la que constituye la superficie externa del conducto, está recubierta de un complejo que actúa de barrera de vapor y proporciona la estanqueidad al conducto. La otra cara, la interior del conducto, puede aparecer con revestimiento de velo de vidrio o con revestimiento

de aluminio. Su montaje y los elementos de sujeción de dichos conductos, se explicará detalladamente en el anexo de climatización y ventilación.

1.7.5.6.1. Unidades de tratamiento de aire

A partir de las unidades de tratamiento de aire conduciremos el aire a través de conductos de fibra del tipo Climaver Plus con recubrimiento de aluminio.

Los conductos están formados por materiales con suficiente resistencia para soportar los esfuerzos debidos al peso, al movimiento del aire, a las vibraciones propias de su trabajo etc.

Los conductos de fibra cumplen las prescripciones de la UNE 100.105.

Las bandejas de recogida de condensados de las baterías de enfriamiento y deshumidificación se mantendrán secas mediante una tubería de drenaje de pendiente mínimo del 2%, conectada a una red independiente de desagüe o a la del edificio mediante sifón, según UNE 100-030-94.

1.7.5.6.2. Consideraciones generales de los conductos

Conductos de fibra, según norma UNE 100105-84. Los conductos de fibra tienen los siguientes límites de aplicación de acuerdo con el RITE:

- Presión máxima, positiva o negativa: 500 Pa.
- Velocidad máxima del aire: 10 m/s.
- Temperatura máxima del aire: 65 °C en el exterior del conducto y 120 °C en el interior del conducto.
- Temperatura mínima del aire: -40 °C.

Los soportes horizontales se han colocado de acuerdo con la siguiente tabla:

Dimensión interior	Distancia máxima
mm.	mm.
< 900	2,4
900 a 1500	1,8
> 1500	1,2

Tabla 1.7.5. Soportes horizontales de los conductos de fibra.

1.7.5.6.3. Soportes horizontales para los conductos

Dimensiones y separación de soportes para conductos rectangulares: según norma UNE 100-103-84.

Máxima suma de los lados o semiperímetro.	Distancia entre parejas de soportes (mts.)							
	3		2.4		1.5		1.2	
mts.	Pletinas mm.	Varillas mm	Pletinas mm.	Varillas mm	Pletinas mm.	Varillas mm	Pletinas mm.	Varillas mm
1.8	25x8	6	25x8	6	25x8	6	25x8	6
2.4	25x12	8	25x10	6	25x8	6	25x8	6
3	25x15	10	25x12	8	25x8	6	25x8	6
4.2	40x15	12	25x15	10	25x12	8	25x12	8
4.8	-	12	40x15	12	25x15	8	25x15	8
>4.8	se requiere un estudio de pesos							

Tabla 1.7.6. Soportes para conductos rectangulares.

1.7.5.6.4. Soportes verticales para los conductos

Los conductos verticales se soportarán por medio de perfiles a un forjado o a una pared vertical, según Norma 100-103-84.

La distancia máxima permitida entre soportes verticales se conformará a los siguientes criterios:

- Hasta 8 mts. para conductos circulares de hasta 800 mm de diámetro y conductos rectangulares hasta 2 m de perímetro.
- Hasta 4mts. para conductos de dimensiones superiores a las citadas anteriormente.

1.7.6. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN

1.7.6.1. Descripción general del sistema

Hay que destacar cinco sistemas de ventilación bien diferenciadas:

- Planta baja o principal.
- Planta primera.
- Campanas de las cocinas.
- Aseos y vestuarios.

Para el diseño de los caudales de ventilación se partirá de lo descrito en el RITE. Se aplicarán los criterios mostrados en la tabla 3.3 del anexo de climatización y ventilación.

1.7.6.2. Zona común planta baja y primera planta

1.7.6.2.1. Descripción general

El aire se renovará entre un 10 y un 25 % aproximadamente cada hora ya que mejorando la ventilación se ayuda, además de un agradable bienestar, a evitar en parte el problema de la electricidad estática.

Se realizará una instalación de ventilación forzada a través de los climatizadores.

Se ha previsto los conductos de ventilación en conducto de fibra de lana Climaver Plus para la realización de aportación y de chapa galvanizada para las aportaciones, que se realizarán desde la misma planta. Las extracciones serán conducidas hasta planta cubierta en el caso de la primera planta, y desde la misma planta para los ventiladores de extracción de la planta baja.

No es necesaria la colocación de ventiladores adicionales para la circulación de este aire ya que la presión disponible de los propios ventiladores de los climatizadores es suficiente para superar la presión demandada en estos conductos.

Se adjuntan cálculos justificativos del dimensionado de conductos así como planos de distribución y recorrido de los mismos.

1.7.6.2.2. Sistema de ventilación instalado

La ventilación de aire procedente del exterior se hará de manera forzada a través de los climatizadores fan-coil de cada planta instalados en el local, mediante los mismos conductos de fibra Climaver Plus.

La extracción del aire viciado de la propia actividad humana desarrollada en los recintos, se realizará mediante los ventiladores de extracción instalados en cada planta:

1. Planta baja o principal

Se instalarán 2 unidades de ventilador Soler&Palau ILT/6-400/2kW.

Características:

La caja fabricada en chapa de acero galvanizada tipo Sendzimir. Incorporan una tapa de inspección y limpieza del conjunto motor-rodete.

El motor será Asíncrono con rotor de jaula inyectada en aluminio (según norma UNE 20-113 y CEI 34-1).

- Protección térmica incorporada. (Klixon).
- Trifásicos 230/400 V (aptos para 220- 240/380-415 V) 50 Hz.
- IP55.

MEMORIA

- Clase F (-40 °C, + 70 °C).
- Rodamientos a bolas de engrase permanente, sin mantenimiento.
- Caja de bornes remota.
- Potencia máxima: 3 kW.
- Caudal máximo absorción: 7.400 m³/h.
- Peso: 80 kg.

2. Planta primera

Se instalará una unidad en la azotea para la extracción del aire, modelo Soler&Palau CHAT/4-560/2kW.

Características:

Caja de ventilación estanca, con sistema de desagüe, para trabajar inmersas a 400°C/2h, fabricadas en chapa de acero galvanizado, con aislamiento interior acústico ininflamable (M0) de fibra de vidrio.

- Rodete centrífugo de álabes hacia atrás equilibrado dinámicamente, directamente acoplado al eje motor.
- Motor trifásico clase F, IP54.
- Potencia máxima: 2,2 kW.
- Caudal máximo absorción: 8.800 m³/h.
- Peso: 185 kg.

1.7.6.3. Instalación de ventilación en cocinas

1.7.6.3.1. Descripción general de la instalación

El caudal de extracción instalado corresponde a la suma del caudal de absorción de cada campana, que es de 14.800 m³/h. Dicho caudal es absorbido en su totalidad por un extractor de la casa Soler&palau ubicado en la azotea del edificio y con unas características de funcionamiento durante 90 minutos a una temperatura de 400°C.

El montante desde la planta baja hasta la azotea para la conexión con el extractor será de sección rectangular y de chapa galvanizada, presentará un tramo visto desde la terraza de 4 m aproximadamente, pero sin molestar en los periodos en los que se realice actividad en la terraza. Se instalarán compuertas de mantenimiento y limpieza durante el recorrido de los conductos de extracción, con las mismas características de estabilidad al fuego que los mismos.

El caudal de ventilación instalado en la zona de las cocinas, será menor que el caudal de extracción instalado. Esto se debe para conseguir una depresión dentro del local, que favorecerá la expulsión de los vapores y humos producidos en la preparación de alimentos. Se ha

considerado un caudal de ventilación de aproximadamente el 75% del caudal de extracción, es decir, el caudal de ventilación será de 10.020 m³/h.

El caudal de ventilación de las cocinas procede del aire del exterior recogido mediante un ventilador situado en la planta baja, y que suministra dicho aire mediante conductos de chapa galvanizada y sección rectangular a 3 rejillas con un caudal de 3.340 m³/h cada una. Las rejillas han sido colocadas en la cocina principal y desde ésta se distribuirá el aire a las salas de repostería y platos fríos.

1.7.6.3.2. Sistema de ventilación instalado

Al tratarse de la cocina/s de un restaurante, es preciso que la instalación y los ventiladores cumpla la normativa, que obliga a que estos puedan funcionar en caso de incendios durante 90 minutos soportando temperaturas de hasta 400°.

La ventilación de las cocinas, así como la extracción de desarrollará mediante los siguientes aparatos:

1. Ventilación en cocinas

Para el sistema de ventilación, con aporte del aire exterior, se instalará un ventilador Soler&Palau CHGT/4-560/5-26°-750W.

Características:

Cajas de ventilación axiales "desenfumage", trifásica: La caja está compuesta por unos paneles laterales formados por tres capas: una externa en chapa de acero galvanizada y perfiles redondeados, un aislamiento termoacústico de gran calidad a base de melanina (M1 - Ignífugo) y una interna en chapa de acero perforada, consiguiendo maximizar la atenuación del ruido. Dispone de una ventana de inspección y prensaestopa.

- Motor asíncrono trifásico de 400 °C/2h de 4 polos.
- De alimentación 230/400 V para motores con potencias hasta 3 kW.
- Potencia máxima: 750 W.
- Peso: 67 kg.

2. Extracción cocinas

Para el sistema de extracción de los humos y vapores de la preparación de alimentos, se instalará un ventilador en la azotea modelo Soler&Palau CVHT/H-18/18 - 4 kW.

Características:

Caja de ventilación para trasegar aire a 400°C/2h, fabricada en chapa de acero galvanizada, ventilador centrífugo de álabes hacia adelante, accionado a transmisión por un motor incorporado en el interior, sistema de tensor automático sin mantenimiento, motor IP55.

- Potencia máxima: 7,5 kW.
- Revoluciones máxima ventilador: 950 rpm.
- Caudal máximo: 21.200 m³/h.
- Peso: 160 kg.

1.7.6.4. Instalación de ventilación en lavabos

1.7.6.4.1. Descripción general de la instalación

La instalación de ventilación en lavabos y vestuarios no se calculará, pero se instalará según los criterios mostrados en el catálogo Soler&Palau extractores para baño serie Decor.

Dicho esto, para recintos (baños, vestuarios) entre 8 y 15 m², la casa S&P recomienda utilizar extractores serie Decor 200, con la posibilidad de optar por diferentes tipos de instalación de descarga al exterior, según mostramos en la imagen 1.7.2. Ninguno de los recintos donde instalamos estos ventiladores, ya sean lavabos o vestuarios, dispone de una superficie mayor de 12m².

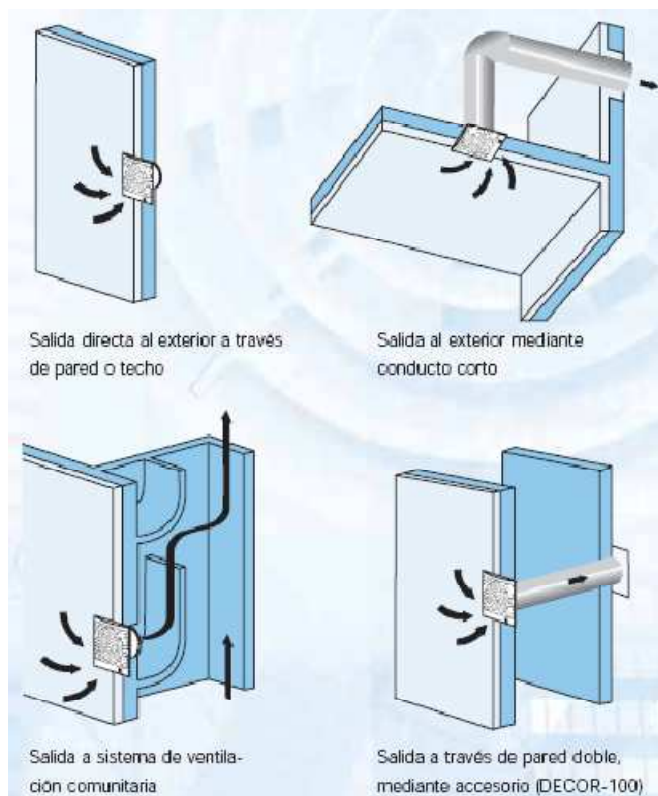


Imagen 1.7.2. Instalación al exterior ventiladores serie Decor.

Así pues para los recintos como son; lavabo para minusválidos situado en la planta principal y vestuarios de la primera planta, instalaremos en cada uno de ellos 1 ventilador extractor Soler&Palau serie Decor-200 CRZ.

En cambio, para los lavabos de señoras y caballeros de ambas plantas, se instalará 1 ventilador en cada uno de ellos modelo Soler&Palau serie Decor-300 CRZ. Debido, a que estos recintos tendrán un uso más elevado y de forma periódica que los citados anteriormente.

La extracción al exterior se realizará mediante tubo flexible de aluminio circular, distribuido por el falso techo, con una longitud no mayor a los 2 m.

1.7.6.4.2. Sistema de ventilación instalado

Los modelos de ventiladores instalados en lavabos y vestuarios los clasificamos según el recinto para el que operan:

1. Lavabos señoras y caballeros

Ventilador helicoidal extraplano Soler&Palau DECOR-300, con caudal aproximado de 300 m³/h, compuerta antirretorno incorporada, luz piloto de funcionamiento, motor 230V-50Hz, IP44. Clase II, con protector térmico incorporado. Con compuerta antirretorno que evita la entrada de aire del exterior y las fugas de calefacción cuando el extractor no está en funcionamiento. Se abre por la presión del aire. Se instalará una unidad en cada recinto, con un total de 4.

- Luz piloto.
- Compuerta antirretorno.
- Temporizador regulable.
- Rodamientos a bolas.
- Potencia máxima absorbida: 35 W.
- Caudal de descarga: 280 m³/h.
- Peso: 1,44 kg.

2. Lavabo minusválidos y vestuarios, 3 unidades

Ventilador helicoidal extraplano Soler&Palau DECOR-200, con caudal aproximado de 200 m³/h, compuerta antirretorno incorporada, luz piloto de funcionamiento, motor 230V-50Hz, IP44, Clase II, con protector térmico incorporado. Se instalará una unidad en cada recinto, total de 3.

- Luz piloto.
- Compuerta antirretorno.
- Temporizador regulable.

- Rodamientos a bolas.
- Potencia máxima absorbida: 20 W.
- Caudal de descarga: 185 m³/h.
- Peso: 0,8 kg.

1.7.7. CONCLUSIONES

La instalación de climatización ha sido dimensionada para aportar el mayor bienestar térmico posible, dentro de los recintos aclimatados del local.

Los recintos del local que no se ha considerado oportuno climatizarlos, ha sido debido a la elevada demanda de cargas térmicas que necesitarían (cocinas), o bien por el uso esporádico que recibirían y sus pequeñas dimensiones (lavabos).

La instalación mediante fancoils y su distribución hasta la rejillas de impulsión, ha sido la elegida para la correcta climatización de los recintos del local. Se han barajado varias soluciones como es el caso de la instalación mediante fancoils cassette, de flujo en 4 direcciones, pero éstos dejan zonas sin cubrir o climatizar totalmente. Otra alternativa ha sido la instalación de Splits para climatización, pero después de realizar un cálculo rápido, observamos que el gran número de éstos a instalar sería costoso y no tan estético como la solución adoptada.

Los conductos de climatización serán de fibra de lana Isover Climaver Plus, debido a garantizan unas pérdidas térmicas mínimas del aire climatizado. Los conductos de ventilación de la zona destinada al público también han sido diseñados con el mismo material. Si bien en el caso de la extracción no es importante las pérdidas térmicas del aire de extracción, si lo es el peso resultante de los conductos debido a su longitud y su fácil instalación, y éstos poseen estas ventajas frente a los conductos de chapa.

La ventilación (aportación y absorción) en la zona de cocinas es de vital importancia, debido a que el uso de campanas extractoras de gran caudal, necesitan de un aporte de aire forzado procedente del exterior. Estos conductos se han diseñado en chapa galvanizada, al ser los más idóneos en este tipo de instalaciones en cocinas industriales, gracias a su fácil limpieza y su protección frente a incendios.

De forma general hemos desechado la idea de la instalación de conductos circulares de chapa, debido a que, su radio de giro en vertical sería mayor que la altura libre disponible en falsos techos.

1.8. INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS

1.8.1. OBJETIVO

El objetivo del presente apartado es especificar las partes y elementos que componen la instalación de extinción de incendios necesaria para el acondicionamiento del restaurante.

1.8.2. INTRODUCCIÓN

La protección contra incendios establece las condiciones que debe reunir el edificio, para proteger a sus ocupantes ante los riesgos originados por un incendio y la falta de ventilación, así como para prevenir los daños a los edificios o establecimientos próximos a los que se declara el incendio.

Por otro lado, esta prevención contra incendios estipula las condiciones mínimas necesarias por facilitar la intervención de bomberos y grupos de rescate en caso de incendio, así como, el correcto funcionamiento de los elementos de seguridad y los planes de evacuación desde los diferentes recintos del edificio. Todas estas instalaciones se podrán ver justificadas en el anexo correspondiente a la protección contra incendios.

1.8.3. NORMATIVA

- Código Técnico de la edificación aprobado por el Real Decreto 314/2006, en su sección Documento Básico, Seguridad frente Incendios (CTE-DB-SI).
- Decreto 241/1994, de 26 de Julio, sobre condiciones urbanísticas y de protección contra incendios en los edificios, complementaria a la NBE-CPI/91.
- Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e instrucciones técnicas complementarias, de ITC-BT-01 a ITC-BT-51, aprobado para el Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, B.O.E. de 12-09-02.
- Manual de Normas UNE, sobre la protección contra incendios, citadas en la Norma Básica de Condiciones de Protección contra Incendios en los edificios (NB-CPI/96).
- Reglamento de Seguridad contra Incendios en los establecimientos industriales.
Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. B.O.E.: 17 de diciembre de 2004.
- Real decreto 312/2005, de 18 de marzo, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego. España.

1.8.4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

1.8.4.1. Sistemas instalados de protección contra incendios

Clasificaremos los sistemas instalados en el edificio, según sea de acción pasiva frente al fuego o de acción directa para la extinción de fuegos.

1.8.4.1.1. Acción pasiva

Estructura

Todos los elementos estructurales que forman el edificio presentarán como mínimo las siguientes condiciones frente a incendios:

- Resistencia al fuego de la estructura portante: R 90.
- Resistencia al fuego de las paredes y techos que delimitan la zona: REI 90.
- Resistencia al fuego de las puertas de comunicación con el resto del edificio: EI₂ 45-C5.
- Máximo recorrido de evacuación hasta alguna salida del local < 25m.

Detección automática

No es de obligado cumplimiento la instalación de detectores de humos y temperatura, dadas las características del local. No obstante instalaremos detectores automáticos en los siguientes recintos:

- 1 unidad en el cuarto de mantenimiento.
- 1 unidad en el almacén (zona montacargas).
- 1 unidad en la zona de preparación de la primera planta.
- 1 unidad en la oficina.
- 1 unidad en cada vestuario.
- 6 unidades en el comedor de la primera planta.

Se ha considerado oportuno la instalación de sistemas de detección de incendios en la primera planta, debido a que en periodos de baja ocupación del local (abierta únicamente la planta baja), la primera planta puede quedar sin vigilancia; por tanto, en caso de incendio serán los propios detectores los que avisen del peligro.

Pulsadores de alarma

Se instalarán pulsadores de alarma junto a las salidas, junto a la BIE, y junto a los sistemas de extinción mediante gas R 102.

1.8.4.1.2. Acción directa

Extintores

Se colocarán tres extintores en el comedor, uno en la cocina, uno en la zona del comedor cerca de la entrada, y otro en el pasillo de la zona de cámaras (extintor de CO₂). En la primera planta la distribución será de dos extintores en el comedor y uno en la zona de preparación. Los extintores serán polivalentes de tipo A para materias sólidas, con una eficacia como mínimo 21A-113B. Y como indica la normativa, estarán situados en lugares visibles desde los recorridos de evacuación de manera que dentro del local, la longitud real hasta llegar a uno de ellos no será mayor de 15 metros tal y como especifica la normativa.

El extintor de cocina será del tipo ANSUL K GUARD, diseñado específicamente para combatir los fuegos provocados por grasas y aceite de cocinar en cocinas y zonas de preparación de comida en restaurantes. Entre las aplicaciones que pueden beneficiarse de la protección con K-GUARD se incluyen las freidoras, planchas de cocina, vitrocerámicas, parrillas, parrillas de carbón, woks y otras.

Rellenos con 6 l. del líquido extintor de eficacia demostrada ANSULEX de pH bajo, los extintores K-GUARD apagan las llamas rápidamente, generan una lámina que impide la liberación de vapores y enfrían las superficies circundantes. Acabados en acero inoxidable pulido, los extintores K-GUARD están listados por UL y ULC para incendios de clase K, y cumplen con la norma NFPA 10. El alcance efectivo de descarga es de aproximadamente 3,1 m.

Bocas de incendio equipadas

Boca de incendio equipada del tipo 25 mm, situada en la planta principal, cerca de la zona de entrada/salida. Formada por:

- Armario de chapa de 1,2 mm y puerta de 1,5 mm pintado en rojo RAL3000 con aberturas laterales para ventilación, que contenga en el interior todos los componentes.
- Soporte para la manguera.
- Válvula de paso del agua.
- Racores de conexión.
- Manguera semirrígida de 25 mm de diámetro y 25 m de longitud.
- Lanza.

Sistemas de extinción por gas ANSUL R 102

El líquido extintor ANSULEX utilizado por los sistemas de supresión R-102 de ANSUL sofoca rápidamente las llamas y enfría las superficies calientes a la vez que extiende una capa resistente que evita la liberación de vapores y, así, la reignición del fuego. Con un pH casi neutro, los sistemas R-102 de ANSUL son especialmente recomendables para materiales y todos los aparatos de cocina.

Los sistemas R-102 de ANSUL se presentan en dos versiones básicas: la versión para aparatos individuales, con boquillas dirigidas hacia zonas concretas de riesgo de cada aparato (imagen 1.8.2); y la versión solapada, con boquillas dispuestas de forma solapada que proporcionan un “área sin fuego” común a un conjunto de aparatos (imagen 1.8.3). Según la distribución de la cocina, el distribuidor cualificado de ANSUL puede diseñar, instalar y mantener un sistema diseñado a medida.

1.8.4.2. Conceptos básicos

1.8.4.2.1. Estabilidad al Fuego

La estabilidad al fuego es la propiedad que tiene un elemento que forma parte del edificio, y que le permite mantener la capacidad portante por la cual ha sido instalado, durante el tiempo especificado, bajo la acción del fuego, y según las Normas que correspondan. (Código Técnico de la Edificación CTE).

Se establecen los tiempos de acuerdo a la escala siguiente:

- 15, 30, 60, 90, 120, 180 y 240 minutos.

El avance de un incendio en un espacio se caracteriza por el incremento de la temperatura en el tiempo, y en función de las condiciones específicas del lugar donde se produce, por su geometría, su ventilación, carga de fuego y transmisión térmica.

La acción térmica se define en la Norma UNE-23093, a través de una relación tiempo-temperatura que permite obtener una referencia para establecer las condiciones reglamentarias de comportamiento ante el fuego de los elementos constructivos, en términos de tiempo equivalente durante el lapso en que el ensayo reproduce la condición más adversa, de las señaladas en el articulado y que pueden producirse en un incendio.

1.8.4.2.2. RF. Resistencia al Fuego

La resistencia al fuego se define como la capacidad que posee un elemento expuesto al mismo, para que durante el tiempo establecido, mantenga su estabilidad, no emita gases inflamables por la cara no expuesta al fuego, que sea estanco a las llamas o gases calientes y que evite que se produzcan, en la cara no expuesta, temperaturas más altas a las establecidas en las Normas correspondientes.

Las condiciones de resistencia al fuego y parallamas PF de cualquier elemento constructivo, dependen de la cara expuesta a las llamas; por ello, un elemento puede tener dos grados distintos de resistencia al fuego, RF y parallamas PF.

La Escala de Tiempos y Temperaturas es la siguiente:

Tiempo (en minutos): ... 15..... 30..... 45..... 60..... 90..... 120..... 180..... 240.

Temperatura (°C): ... 718.... 821....882.... 925.... 986..... 102.... 1090...1133.

1.8.4.2.3. PF. Parallamas

Establece la capacidad que posee un elemento constructivo expuesto al fuego, para determinar, en función del tiempo en que se encuentra expuesto, su posibilidad de mantener su estabilidad, no emitir gases inflamables por la cara no expuesta y que sea estanco al embate de las llamas o paso de gases calientes.

Los tiempos se toman en minutos según la siguiente escala:

- 15, 30, 60, 90, 180 y 240 minutos.

1.8.4.2.4. Camino de Evacuación

Es el recorrido protegido por donde evacuar en caso de incendio, hasta llegar a una salida segura al exterior o hasta un sector de incendio donde se encuentren una o más salidas del edificio.

1.8.4.3. Abastecimiento de agua

Definimos abastecimiento de agua como el conjunto de fuentes de agua, equipos de impulsión, y red general de incendios destinados a garantizar, para uno o más de un sistema específico de protección, el caudal y presión necesarios durante el tiempo de autonomía requerido.

Se tomarán las medidas prácticas para asegurar la continuidad y fiabilidad de los abastecimientos. Los abastecimientos de agua tendrán que estar bajo el control del usuario.

Todas las válvulas de seccionamiento que tengan que estar normalmente abiertas para el correcto funcionamiento de la instalación, llevarán un dispositivo que permita verificar visualmente que están abiertas para el correcto funcionamiento de la instalación.

En este caso, nos encontramos ante una clase de abastecimiento del tipo sencillo, pues sólo alimenta la instalación de la BIE. Supone una acometida pública, sin necesidad de depósito ni grupo de bombeo automático, ya que el suministro de incendios en Lleida es independiente al de agua potable y la compañía se compromete a suministrar agua a la presión de 15bar exigida por normativa.

Así pues nuestra instalación cumplirá la Norma UNE 23-500-1990, referente a los sistemas de abastecimiento del agua contra incendios.

1.8.4.3.1. Acometida

La acometida de agua general del local, contador único, alimentará únicamente nuestro local, es un requisito de compañía para evitarnos la colocación de aljibe ni grupo de bombeo.

La acometida entrara a nuestro local mediante la fachada principal, donde cerca a ella colocaremos la arqueta de compañía, este punto debe estar por norma general accesible desde la calle pero es negociable con compañía según las características arquitectónicas del local, a partir de este punto se comprende nuestra instalación, ya que aguas arriba de la arqueta se considera propiedad de compañía.

Esta acometida debe asegurar el suministro continuado para la BIE durante 2h, según marca la Norma UNE 23-500-1990, referente a los sistemas de abastecimiento del agua contra incendios.

1.8.4.4. Instalación BIE-25

La BIE irá dentro de un armario de superficie (que se empotrará en el tabique de partición entre el comedor principal y la cocina, junto a la zona de entrada al local), estará próxima a un extintor. Están equipadas de válvula de corte, manguera certificada de 20 mts, y estanca a una presión de 20 bars, de acuerdo con la norma UNE 23.091/3A.

Las boquillas tendrán los orificios de salida dimensionados de acuerdo con la norma UNE 23-403-89, y que permitan conseguir los caudales adecuados.

Los rúcores para conectarse se deben ajustar a las normas UNE 23-400-1 y 23-400-5.

La válvula manual será según norma UNE 19-802 del tipo globo, de extremos roscados DN1" y PN-20.

Las Bies se situarán a una altura, de manera que la boca y válvula no superen el 1,5 mts. En relación al suelo.

1.8.4.4.1. Red de distribución y emplazamiento

La distribución por el interior del edificio se realizará con tubo de acero negro DIN 2440 UNE 19040 con uniones con soldadura y pintado, con una capa de imprimación y dos de acabado.

Las suportaciones de las tuberías siempre serán independientes del resto de instalaciones.

Se distribuirán teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Se situarán preferentemente cerca de las puertas y salidas, y a una distancia máxima de 5 metros, se instalará siempre una boca, sin que sea un obstáculo para la utilización de las puertas.

- Entre ellas no se podrá recorrer más de 25 mts. para alcanzarlas, cubriendo toda la superficie del edificio.

Cerca de la BIE, en un radio de 1'5 m, debe quedar una zona libre de obstáculos, para permitir su acceso y maniobra de manipulación.

Siempre que un tubo pase a través de un forjado o pared, se utilizarán pasamuros. Las grapas de suspensión serán del tipo Lira de HILTI o similares.

En la red de BIE, no se permite la existencia de tomas de agua para ninguna otra utilización.

En los puntos de la red en los que puedan ser previsibles esfuerzos mecánicos sobre las tuberías por causas externas, estas se deberán proteger de forma eficaz para evitar efectos, perjudiciales.

El sistema de BIE se someterá antes de la puesta en marcha a una prueba de estanqueidad y resistencia mecánica, poniendo la red a una presión estática igual a la máxima de servicio y como mínimo a 10 kg/cm².

Las secciones de tubería de alimentación a la BIE será:

- 1" en el tramo de enlace a la Terminal BIE (max. 1 m).
- 1 1/2" en las alimentaciones a una única BIE.

1.8.4.4.2. Señalización

Se señalizarán las ubicaciones de las Bies de tal manera que se consiga su inmediata visión y quede asegurada la continuidad en el seguimiento, con la finalidad de poder ser localizadas sin dificultad. Estarán de acuerdo con las especificaciones establecidas en la norma UNE 23-033.

1.8.4.5. Extintores

1.8.4.5.1. Generalidades

Los extintores portátiles están concebidos para su fácil manipulación y transporte, utilizados a mano por ser livianos y no exceder los 20 kg.

Estos extintores son equipos de uso inmediato y efectivo ante un conato de incendio; cuando el fuego ya tiene dimensiones considerables, no tiene aplicación ni efectividad posible.

El tipo de extintor se selecciona en función del riesgo a proteger, a fin de lograr eficacia en su uso.

Cada una de estas unidades deben montarse de manera de quedar visibles y de rápido acceso; la distancia entre ellas no puede ser mayor de 15 metros.

La altura máxima desde el pavimento no debe superar 1,70 m. hasta la parte superior del extintor.

Agente Extintor

- Extintor de polvo químico seco polivalente (ABC):

Este extintor combate fuegos clase B y C, y también los clase A, ya que este polvo químico extingue las brasas originadas en materias combustibles tipo A, de este modo impiden la reignición del incendio cuando hay brasas. Aunque el polvo químico seco no tiene tanta eficacia para este tipo de fuego.

- Extintor de CO₂:

Este extintor sirve para fuegos clase E, son los eléctricos. Se utilizan para protección contra incendios en motores eléctricos, cuadros eléctricos, transformadores, etc. Tener en cuenta que el CO₂ actúa a baja temperatura, lo que puede dañar los cuadros eléctricos por la cantidad de componentes electrónicos que poseen. El CO₂ no es conductor eléctrico ni deja residuos.

1.8.4.5.2. Clasificación

Tenemos las 4 clases de fuego a combatir, para lo que debemos seleccionar el mejor agente para cada caso:

Clase “A”. Fuegos de materiales sólidos generalmente del tipo orgánico, y que la combustión está en forma de brasas.

Clase “B”. Fuegos líquidos o sólidos que por acción del calor, pasan a estado líquido comportándose como tales y sólidos grasos.

Clase “C”. Se incluyen los fuegos de gases.

Clase “D”. Dentro de esta clase se incluyen los fuegos de metales de alto poder reactivo.

MEMORIA

Agente Extintor	Clase de fuego (UNE 23.010)			
	A (Sólidos)	B (Líquidos)	C (Gases)	D (Metales)
Agua pulverizada	1 ^(*)	3		
Agua a chorro	2 ^(**)			
Polvo BC (convencional)		1	2	
Polvo ABC (polivalente)	2	2	2	
Polvo específico metales				2
Espuma física	2 ^(**)	2		
Anhidrido carbónico	3 ^(*)	3		
Hidrocarburos halogenados	3 ^(*)	2		

(1) Muy adecuado (2) Adecuado (3) Aceptable

NOTAS:

(*) En fuegos poco profundos (profundidad inferior a 5mm), puede asignarse 2.

(**) En presencia de tensión eléctrica no son aceptables como agentes extintores, se debe utilizar extintores que superen el ensayo dieléctrico normalizado UNE23.110.

1.8.4.5.3. Emplazamiento i distribución

Se colocarán los extintores de polvo seca que se marquen en los planos. Se colocarán con el objetivo que desde cualquier punto no se realicen recorridos superiores a los 15 m. para llegar. Serán de 6 Kg y eficacia 21A-113 B.

Los extintores de CO₂ de 5 Kg y eficacia 89B, irán instalados a una altura de 1,7 m. en los puntos indicados en el plano con tal de proteger las instalaciones tales como cuadros eléctricos en las que no se recomienda el uso de extintores de polvo ABC.

1.8.4.5.4. Señalización

Todos los elementos de incendio, así como las salidas, dispondrán de los correspondientes carteles de señalización, así como el interior del local el correspondiente plano de evacuación, según marca la Norma UNE 23.033.

1.8.4.6. Extinción automática de campana mediante gas

1.8.4.6.1. Características principales

Según criterios facultativos la instalación de extinción de incendios de la campana extractora de la cocina, será con gas R-102.

El agente extintor utilizado por los sistemas de supresión R-102 sofoca y enfría las superficies a la vez que extiende una capa resistente que evita la re-ignición. Con un pH casi neutro, es especialmente recomendado para materiales y aparatos de cocina.

En el sector de la restauración, las altas temperaturas de los aceites y el alto rendimiento de los aparatos, como por ejemplo las freidoras y fogones, hacen que la supresión de incendios

en las cocinas industriales sea un apartado muy a tener en cuenta a la hora de la sectorización de la cocina.

El agente de extinción es químico húmedo, es una mezcla de sales orgánicas diseñadas para la extinción rápida de la llama y la aseguración de espuma. El agente de extinción está disponible en contenedores/armarios plásticos con instrucciones para el manejo de la sustancia química húmeda y su uso (imagen 1.8.1.).



Imagen 1.8.1. Contenedor/ armario del agente extintor Ansul mediante gas R 102.

El depósito del agente es de acero inoxidable y el armario que lo contiene se puede instalar sobre la pared.

Los tanques están disponibles en dos tamaños: 5.7 L y 11.4 L. Los tanques tienen una presión de trabajo de 7.6 bar, una presión de prueba de 22.8 bar y una presión de explosión mínima de 41.4 bar.

El sistema de supresión que presentamos, R-102, se basa en la rapidez de detección y la rápida supresión de los incendios utilizando un agente extintor avanzado para sofocar las llamas y eliminar vapores.

El enfriamiento de los aparatos de alto rendimiento tras sofocar las primeras llamas es de vital importancia para evitar la reactivación del fuego y minimizar la interrupción del negocio.

1.8.4.6.2. Funcionamiento

El sistema se pone en marcha mediante la pulsación manual cuando se presenta en la zona de cocción riesgo de incendio. También presenta la capacidad de accionamiento automático por un fusible con vínculo al sistema de detección a distancia y manual de accionamiento mecánico por estirón.

Al registrar altas temperaturas, los tanques se presurizan, y el agente químico se descarga, suprimiendo las llamas inmediatamente, enfriando la superficie, y generando una espuma que controla vapores. El sistema es automático.

El mecanismo de liberación regulada del gas es capaz de transportar rápidamente el gas extintor hasta el punto/s de rociado, a partir del tanque de almacenamiento. El regulador instalado de fábrica “deadset” a 7,6 bar con propagación del gas en el extremo de aproximadamente 12,4 bar.

Las toberas sobre los puntos de ignición, serán del tipo boquilla de descarga específica para gas R 102. Cada boquilla presentará en su extremo un elemento de goma para su purga, manteniendo la punta del orificio de la boquilla libre de la grasa acumulada por la preparación de alimentos en la cocina.

1.8.4.6.3. Instalación del sistema

Se preverá un sistema de distribución de botellas para proteger la zona de campanas de forma independiente.

La distribución de gas se realizará mediante una red de tuberías de acero sin soldadura tipo Sch 40 hasta ¾” y Sch 80 de 1” en adelante.

Los accesorios hasta 1 1/2” serán soldados o roscados y a partir de 2” serán soldados.

Los elementos terminales, difusores, se soportarán mediante una estructura suficientemente resistente para aguantar 20 kg de presión.

La temperatura del local que contendrá las botellas o cilindros de almacenamiento, no será superior a 30°C ni inferior a -40°C.

Todo el sistema de tuberías, una vez instalado y antes del montaje de los difusores se deberá limpiar con nitrógeno asegurando de que no esté taponado.

Todos los cilindros irán provistos de un tubo-sonda unido a la válvula principal y que llegue al fondo del cilindro para permitir la descarga de la fase líquida del R-102.

En las puertas de acceso a estas salas se instalarán rótulos luminosos indicadores de activación de extinción en color rojo.

En las salas se instalarán sirenas interiores con flash incorporado de aviso en caso de detección.

En el exterior de las salas, al lado de las puertas de acceso se instalará en cada caso un pulsador manual de superficie “Activación de extinción” con tapa de protección de color amarillo y un pulsador, “Parada de extinción” con tapa de protección de color blanco.

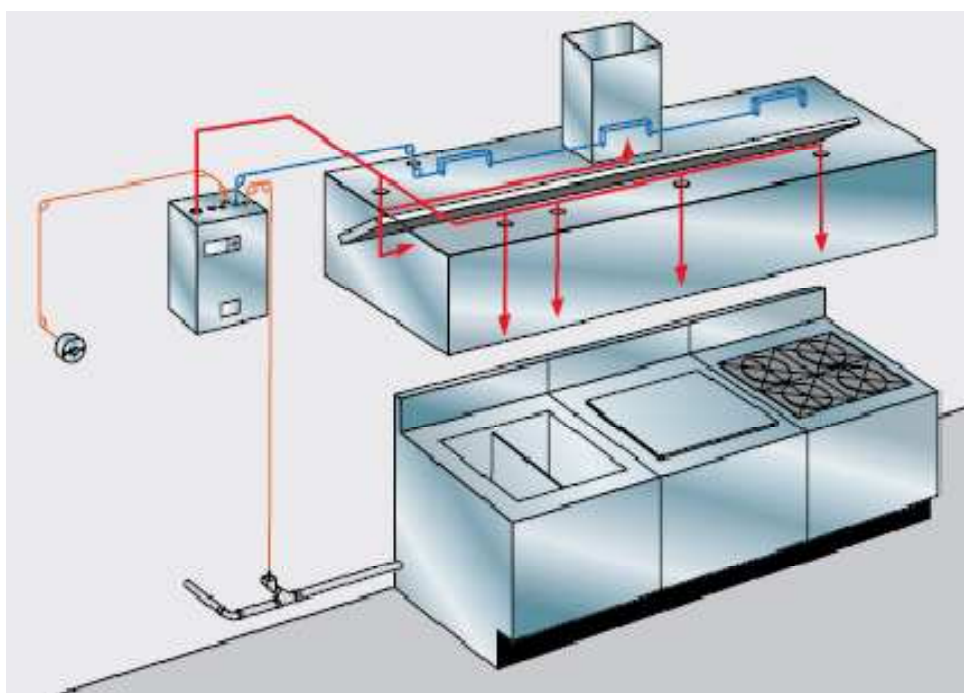


Imagen 1.8.2. Sistema Ansul R 102 para aparatos individuales, caso campana mural.

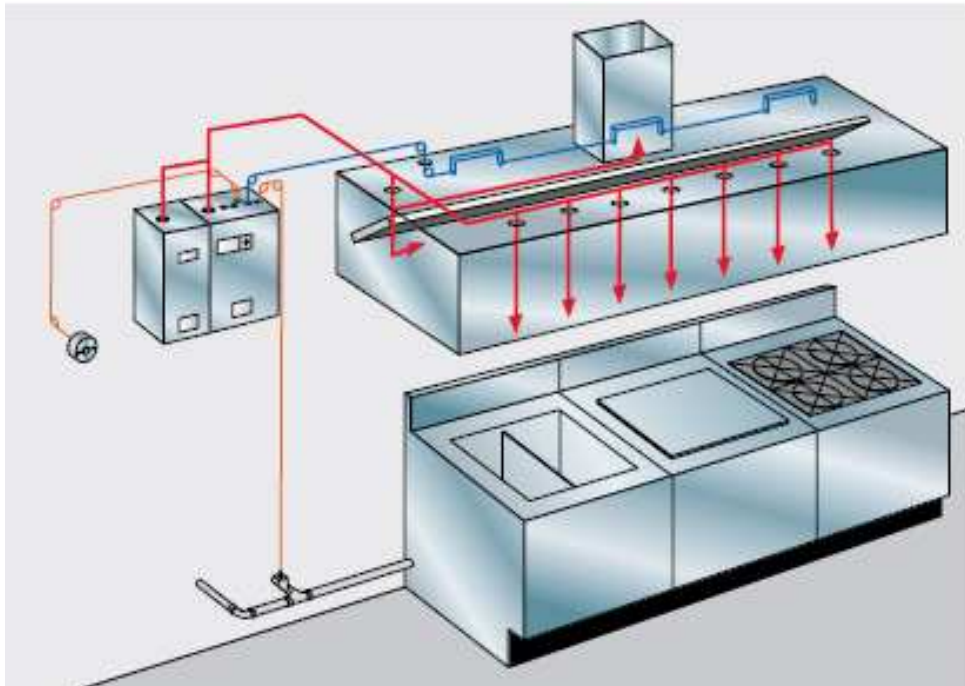


Imagen 1.8.3. Sistema Ansul R 102 para protección solapada, caso campana isla.

1.8.4.7. Prevención básica Contra Incendios

La prevención básica consiste en:

- Impedir cualquier inicio de incendio.
- Rápida detección del inicio de las llamas.
- Limitar su propagación.

Impedir que ocurra un incendio se logra tomando todas las medidas para evitar que pueda desarrollarse cualquier suceso que desencadene fuego. Para ello se emplean materiales incombustibles, se efectúa el correspondiente mantenimiento y limpieza de la instalación y, deben observarse todas las prescripciones de la normativa correspondiente.

Para limitar la propagación de un incendio se tomarán ciertas medidas en el proyecto; por ejemplo: la zonificación del edificio; el diseño mismo, tomando precauciones para retrasar el avance de las llamas; la realización de un estudio sobre evacuación de humos y de personas; etc.

1.8.4.8. Control de las Instalaciones

Debe inicialmente comprobarse el replanteo de la instalación, cualquiera sea el sistema elegido. Si la instalación es de detección, comprobar la colocación de conductos, detectores, pulsadores, etc.; la ubicación de la central y todas sus conexiones.

Si la instalación es con extintores, comprobar su colocación y fecha de vencimiento. Con las B.I.E.S. se controla la ejecución de los puestos de manguera.

En cualquier instalación que lleve tuberías de agua, se debe efectuar las pruebas de estanqueidad a las mismas.

1.8.5. CONCLUSIONES

La instalación de protección contra incendios instalada en el edificio, ofrece unas garantías de éxito tanto en la detección del incendio como en la extinción del mismo.

La detección de extinción de fuegos originados en la cocina principal, mediante gas R 102, es más apropiada que el uso de espumas, ya que estas requieren de una mayor cantidad y tienen una respuesta algo más lenta a la hora de extinguir el foco. Por otro lado, el sistema mediante espuma tiene un coste más económico, aunque requiere de mayor espacio para la instalación del sistema.

Debido a la falta de espacio, colocaremos los contenedores del agente químico de extinción del sistema Ansul R 102, en el espacio libre del falso techo disponible en la cocina principal. Dónde dispondrá de fácil acceso para la realizar las revisiones de seguridad y el cambio del contenedor de acero inoxidable cuando el sistema sea utilizado.

No hemos instalado ninguna BIE en la primera planta, debido a que ésta no presenta ningún foco potencial para generar incendios. Por eso su ubicación en la planta principal (baja), es suficiente para que éste equipo de accionamiento manual, suministre agua de forma abundante, llegando a todos los puntos de la planta principal; siendo el medio más eficaz y de complemento a los extintores manuales.

1.9. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA, SUMINISTRO DE AGUA

1.9.1. OBJETIVOS

El objeto del presente apartado es especificar las partes que componen la instalación de fontanería o suministro de agua, tanto fría como caliente, necesaria para el abastecimiento en el consumo del restaurante. Por otro lado, expondremos las condiciones técnicas efectuando los cálculos que justifiquen las soluciones adoptadas.

El objeto de la siguiente instalación es el garantizar el correcto suministro de agua hasta los diferentes aparatos de consumo, así como, la producción de agua caliente para el abastecimiento de los diferentes usos dentro del local.

Para el suministro de agua caliente sanitaria (ACS) y debido a la longitud, hasta los puntos de consumo, en los tramos de conducción de ACS en la planta baja o principal,

necesitaremos de un circuito de retorno. Dimensionaremos este circuito de retorno hasta el acumulador, de manera que el sistema permita que el tiempo transcurrido desde la apertura de un grifo de ACS hasta que el agua salga realmente caliente sea mínimo.

1.9.2. INTRODUCCIÓN

La instalación de fontanería será la encargada de suministrar con una correcta presión, velocidad y caudal la demanda de agua, tanto fría como caliente, a los diferentes puntos de consumo.

La instalación de suministro de agua está diseñada para todos sus tramos con un coeficiente de simultaneidad de 1.

La instalación de suministro de agua se derivará a partir de dos acometidas; la acometida principal se encargará del suministro de agua de la demanda del local. Mientras que la acometida secundaria será la encargada de suministrar agua a la demanda de las instalaciones de protección frente incendios, como es el caso de la Boca de Incendio Equipada (BIE), instalada dentro del local cerca de la puerta de entrada.

La instalación de fontanería estará formada por tuberías de PVC, tanto para el suministro de agua fría como caliente, con la diferencia que los tramos de tuberías para suministro de agua caliente tendrán una capa aislante de coquilla de espuma de polietileno de 2 mm de espesor.

1.9.3. NORMATIVA PARTICULAR

- DB HS Salubridad.
Código Técnico de la Edificación (CTE). Parte II. Documento Básico HS. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, del Ministerio de Vivienda. B.O.E.: 28 de marzo de 2006.
- Criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 21 de febrero de 2003.
- Criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, del Ministerio de Sanidad y Consumo. B.O.E.: 18 de julio de 2003.
- Norma Básica de la Edificación NBE-CA-88. Condiciones acústicas de los edificios.
Orden de 29 de septiembre de 1988, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. B.O.E.: 8 de octubre de 1988.

1.9.4. CONSUMOS Y APARATOS DE LA RED DE AGUA

1.9.4.1. Demanda de consumo de la instalación

Presentamos a continuación los aparatos de consumo de la instalación de suministro de agua, según el tipo y el número de unidades instaladas:

CONSUMOS	
Referencias	Cantidad
Consumo genérico: 0.40 l/s	1
Lavabo (Lv)	11
Inodoro con cisterna (Sd)	11
Urinario con grifo temporizado (Ugt)	6
Fregadero de cocina (Fr)	5
Fregadero de restaurante. (Fnd)	2
Lavavajillas industrial (Lvi)	2
Lavadora (La)	1

Tabla 1.9.1 Unidades de consumo de agua.

La demanda del suministro de agua de la totalidad de los aparatos instalados en el local, se dimensiona a partir del caudal de consumo de cada aparato. Obtenemos un caudal de cálculo para el ramal de la acometida de 20,88 m³/h (ver tabla 1.9.2).

DEMANDA DEL SUMINISTRO DE AGUA			
	Planta baja	Planta primera	Cubierta
Lavabos	5	6	0
Caudal lavabos (l/s)	0,1	0,1	0
Fregaderos	4	1	0
Caudal fregaderos (l/s)	0,2	0,2	0
Fregaderos no domésticos	2	0	0
Caudal fregaderos no domésticos (l/s)	0,3	0	0
Inodoro con cisterna	6	5	0
Caudal inodoros (l/s)	0,1	0,1	0
Urinarios con grifo temporizado	3	3	0
Caudal urinarios (l/s)	0,15	0,15	0
Lavavajillas	2	0	0

MEMORIA

Caudal lavavajillas (l/s)	0,25	0	0	
Lavadora	1	0	0	
Caudal lavadora (l/s)	0,2	0	0	
Climatizadora exterior	0	0	1	
Caudal climatizadora (l/s)	0	0	0,4	Total:
CAUDAL TOTAL (l/s)	3,65	1,75	0,4	5,8

Tabla 1.9.2. Consumo de agua de la instalación.

La demanda del suministro de agua caliente sanitaria de los aparatos instalados en el local, la dimensionamos a partir del caudal de consumo de agua caliente de cada aparato. El caudal global de ACS producido por los aparatos de preparación de agua caliente sanitaria será de 9,72 m³/h (ver tabla 1.9.3).

DEMANDA DEL SUMINISTRO DE AGUA CALIENTE SANITARIA								
	Lavabos	Caudal lavabos (l/s)	Fregaderos	Caudal fregaderos (l/s)	Fregadero no doméstico	Caudal fregadero no doméstico (l/s)	Puntos de consumo	Caudal total (l/s)
Planta baja	5	0,1	4	0,2	2	0,3	11	1,9
Planta prim.	6	0,1	1	0,2	0	0	7	0,8
							Total:	2,7

Tabla 1.9.3. Consumo de agua caliente sanitaria de la instalación.

1.9.4.2. Aparatos y elementos de la red de suministro de agua

1.9.4.2.1. Montantes

Las montantes del edificio corresponden a las tuberías de suministro de agua vertical, para abastecer a las plantas superiores. El primer montante corresponde al suministro de agua de la planta baja a la primera planta, la segunda corresponde al suministro de la planta primera hasta la cubierta.

TUBOS DE ABASTECIMIENTO	
Referencias	Longitud (m)
PVC 6-Ø32	6.70
PVC 6-Ø25	0.30

1.9.4.2.2. Principales elementos y aparatos de la planta cubierta

CONSUMOS	
Referencias	Cantidad

MEMORIA

Consumo genérico: 0.40 l/s	1
----------------------------	---

ELEMENTOS	
Referencias	Cantidad
Llave de paso	1
Llaves en consumo	1

TUBOS DE ABASTECIMIENTO	
Referencias	Longitud (m)
PVC 6-Ø25	27.20

1.9.4.2.3. Principales elementos y aparatos de la planta primera

CONSUMOS	
Referencias	Cantidad
Lavabo (Lv)	6
Inodoro con cisterna (Sd)	5
Urinario con grifo temporizado (Ugt)	3
Fregadero de cocina (Fr)	1

ELEMENTOS	
Referencias	Cantidad
Llave de paso	2
Termoacumulador eléctrico	1
Llaves en consumo	15

TUBOS DE ABASTECIMIENTO	
Referencias	Longitud (m)
PVC 6-Ø20	29.90
PVC 6-Ø15	35.60
PVC 6-Ø25	16.90

AISLAMIENTOS	
Referencias	Longitud (m)
AISL1-20 mm	14.20

1.9.4.2.4. Principales elementos y aparatos de la planta baja o principal

CONSUMOS

MEMORIA

Referencias	Cantidad
Lavabo (Lv)	5
Inodoro con cisterna (Sd)	6
Urinario con grifo temporizado (Ugt)	3
Fregadero de cocina (Fr)	4
Fregadero de restaurante. (Fnd)	2
Lavavajillas industrial (Lvi)	2
Lavadora (La)	1

ELEMENTOS	
Referencias	Cantidad
Llave de paso	9
Válvula reductora de presión	1
Caldera	1
Llaves en consumo	23

TUBOS DE ABASTECIMIENTO	
Referencias	Longitud (m)
PVC 6-Ø15	50.30
PVC 6-Ø20	34.50
PVC 6-Ø25	27.45
PVC 6-Ø32	28.60
PVC 6-Ø40	15.70

AISLAMIENTOS	
Referencias	Longitud (m)
ISL1-20 mm	63.85

LLAVES GENERALES	
Referencias	Cantidad
Llave general	2

GRUPOS DE PRESIÓN	
Referencias	Cantidad
Grupos de presión con calderín	1

DEPÓSITO ACUMULADOR	
Referencias	Cantidad
Depósito	1

CONTADORES	
Referencias	Cantidad
Contador	1

1.9.5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUA

1.9.5.1. Generalidades

La instalación de fontanería, estudiada en este apartado, se refiere a la alimentación de los aseos públicos y vestuario del personal, cocinas y zona de lavado, así como, a los diferentes puntos de alimentación del circuito de climatización y producción de ACS.

El suministro general, se efectuará por la compañía suministradora, debiendo ser preciso el cumplimiento de las normas particulares de la misma, y partirá del contador ubicado en el armario de contadores en la zona del cuarto de mantenimiento.

La instalación se conectará a la red municipal existente, que garantiza una presión de suministro mínimo de 2,5-4,5 Kg/cm², por si existiera la posibilidad de presiones de entrada superiores a 9 Kg/cm² se instalará una válvula reguladora de presión.

1.9.5.2. Red de suministro de agua

De acuerdo con las especificaciones de los planos, una vez entrada la tubería en el local alimentará los aseos públicos y de personal, zona de lavado y cocinas, y los diferentes puntos de llenado del circuito de climatización y producción de ACS. Toda la instalación interior será de PVC.

Toda la distribución de los puntos de agua se realizará de acuerdo con el esquema de distribución de tubería que se acompaña y toda la instalación será empotrada u oculta en falso techo, grapada y aislada con coquilla elastomérica de espesor 2 mm según especificación del RITE.

Se colocaran válvulas de corte general a la salida del contador y a la entrada de cada núcleo húmedo así como a los termos eléctricos encargados de la producción de ACS, según se indica en planos.

1.9.5.2.1. Acometida a Ramal

La acometida es el enlace de la instalación del agua fría del edificio con la conducción de la red pública. La misma se compone de:

- Grifo de Toma: Este grifo está conectado a la tubería de la red pública.

- Conducción o ramal propiamente dicho.
- Dos Válvulas: Estas válvulas están instaladas una antes y otra después de penetrar el ramal al edificio.
 - La válvula ubicada sobre la fachada en el frente del edificio se denomina Llave de Registro.
 - La válvula situada inmediatamente a la entrada del ramal dentro del edificio se denomina Llave de Paso.

1.9.5.2.2. Contador

El contador es el elemento más utilizado para controlar y medir la cantidad de agua consumida.

Su instalación se realizará de forma individual para el consumo del local, estará situado entre las dos válvulas (llave de registro y llave de paso).

Será una pieza intercambiable precintada con orificios calibrados para poder regular el paso del caudal de agua, horario a constante.

1.9.5.2.3. Montante o bajante

El montante es el tubo que corre desde la llave de paso (o llave de salida) desde el contador y que asciende hasta el nivel superior del local.

Debemos tener en cuenta la llegada de agua con buena presión de red, o altura, ya que junto al caudal y la velocidad, son los factores de mayor importancia que condicionan el suministro.

Cuando la presión de red no es suficiente para elevar el agua a la planta superior del local, se instalará un grupo de presión.

1.9.5.2.4. Válvulas

Las válvulas son aquellos elementos que sirven para controlar o cortar el paso del agua. En su concepto más simple, la válvula es un grifo.

Dentro de la instalación de fontanería existen distintos tipos de válvulas:

- Válvulas de Volante: El sistema es similar al de un grifo tradicional. Poseen cierta robustez y se utilizan generalmente para grandes tuberías. Los modelos más pequeños son de instalación domiciliaria y sirven para cortar el suministro total del

MEMORIA

local en caso en que se requiera efectuar el corte por avería o cualquier reparación interna de la instalación.

- Válvulas de Bola: Su sistema de accionamiento es con mango de 1/4 de vuelta. Se las llama de bola porque poseen una esfera que regula el paso en su interior. De fácil manipulación, permiten el rápido corte de agua. Se instalan a la entrada de cada sector de cuarto húmedo del local y en general en todas aquellas partes de la instalación que necesita llave de corte.
- Válvulas de Retención: Estas válvulas se emplean para impedir que el agua vuelva hacia atrás. Admiten solamente una dirección de paso. Esto se entiende en el caso de alimentación del edificio. Si no se utiliza ningún punto de servicio en el local, el agua no tiene velocidad dentro de la tubería, aunque mantiene la presión dada por la red; el agua dentro de la tubería tiene cierto peso y tendencia a caer y volver hacia atrás. Estas válvulas evitan este efecto; suelen instalarse a la salida del contador y llave del local.

1.9.5.2.5. Mecanismos

Los mecanismos son aquellos elementos instalados en los puntos de servicio a fin de regular la aportación de agua. Los mecanismos más importantes son:

- Grifos de lavabos y vestuarios.
- Fregaderos de las cocinas.
- Suministro de la climatizadora.
- Cisternas de descarga. Son similares a los grifos en su consumo.
- Fluxómetros para urinarios. Funcionan como las cisternas pero no poseen acumulación; descargan una gran cantidad de agua de golpe en la taza del inodoro para limpieza. Requieren de una presión mínima de $1,5 \text{ Kg/cm}^2$ y un caudal de $1,5 \text{ l/seg}$.

1.9.5.2.6. Grupos de Presión

El grupo de presión se emplea para generar una presión suplementaria en la red en el caso de que no exista la fuerza suficiente para abastecer al edificio.

Una correcta presión en la red es necesaria para el buen funcionamiento de electrodomésticos como calentadores de agua instantáneos o lavadoras. También permite disponer del caudal necesario para lavabos y fregaderos.

El grupo de presión se compone de una bomba y un depósito regulador (calderín). Al haber determinado la presión necesaria en la instalación, se regula el grupo para que se mantenga siempre el depósito regulador con la presión suministrada por la bomba. Cuando se abre un grifo, baja la presión en el depósito; seguidamente se acciona la bomba para restablecer el nivel de agua dentro del depósito.

1.9.5.3. Red interior de agua caliente sanitaria

1.9.5.3.1. Generalidades

En la red de suministro de agua fría de la planta baja o principal hay una derivación hacia una caldera a gas, donde se calienta el agua, posteriormente se almacena en un acumulador, dicho acumulador también presenta un quemador a gas para mantener el agua caliente a una temperatura óptima. El conjunto es un sistema mixto de calentamiento instantáneo y acumulación.

La caldera a gas se encarga de calentar el agua a una temperatura de entre 60-70°C y depositarla en un acumulador, el cual presenta un calentador a gas con la potencia necesaria para elevar la temperatura del agua entre 35-45°C si hay un enfriamiento de ésta, mantenemos así el agua a un rango de temperaturas constantes entre 50-60°C. El acumulador está provisto de un calderín robusto y cuerpo de caldera que se compone de un quemador y un haz de tubos verticales con deflectores. Mientras el quemador de tipo atmosférico con encendido piezoeléctrico calienta el agua del calderín, en su base el humo de la combustión se aprovecha en su ascenso para calentar el agua a través del haz de tubos verticales. Esto permite un suministro de agua caliente continuo sin tiempos de espera y sin que varíe la temperatura. Su aislamiento de poliuretano expandido, libre de CFC, con 50 mm de espesor consigue unas pérdidas mínimas de temperatura del agua acumulada. La cuba en chapa de acero vitrificado de 4 mm proporciona durabilidad e higiene.

En la red de agua fría de la planta primera hay una derivación hacia un aparato del tipo calentador acumulador eléctrico, donde se calienta el agua, obteniéndose ACS, a partir de este equipo de producción surge la red de distribución del ACS, que normalmente discurrirá paralela a la de agua fría, hasta abastecer los distintos locales húmedos y sus aparatos.

Consiste en la colocación, a partir de la red de agua fría, de un calentador que además es acumulador (depósito con paredes aisladas térmicamente). La producción de ACS tiene lugar por “efecto Joule” en el propio depósito acumulador por medio de una resistencia eléctrica.

Para la producción de agua caliente de la primera planta emplearemos un termo acumulador eléctrico de 200 litros.

Para el suministro de agua caliente y debido a la longitud, hasta los puntos de consumo, de los tramos de conducción de ACS en la planta baja o principal, necesitaremos de un circuito de retorno. Se ha dimensionado el circuito de retorno hasta el acumulador, de manera que el

sistema permita que el tiempo transcurrido desde la apertura de un grifo de ACS hasta que el agua salga realmente caliente sea mínimo. Por el contrario, si no existiera este sistema, transcurriría demasiado tiempo entre apertura y apertura produciendo que el agua acumulada en la red de distribución se enfríe, y para que el agua salga caliente de nuevo habrá de pasar un cierto tiempo, lo que implica un derroche de agua y una evidente falta de confort.

En la planta primera no hay ninguna distribución de ACS con una longitud mayor a 15m, no obstante para mantener el AC a una temperatura de confort dentro de las tuberías, instalaremos cable calefactor durante el recorrido de las tuberías de AC, desde el termo hasta el último punto de consumo.

1.9.5.3.2. Producción del agua caliente

Utilizaremos dos métodos diferentes para la producción de agua caliente:

1. Agua Caliente por Generación Instantánea:

La producción de agua caliente por generación instantánea se obtiene mediante una caldera mural a gas.

El accionamiento se produce cuando al abrir un grifo de agua caliente de la instalación, disminuye la presión de agua y se abre la válvula de gas. Acto seguido el quemador de gas calienta un serpentín por donde circula el agua, calentándola.

Así se genera agua caliente instantánea, al mismo tiempo que se va consumiendo. Su rendimiento es bajo porque no se aprovecha totalmente la cantidad de calor generada en el quemador. Pero al tener la posibilidad de ir conectada al acumulador de 400 l., entre ambos aparatos se consigue un rendimiento más alto.

2. Acumuladores:

Los acumuladores permiten tener en reserva agua caliente; estos artefactos aislados térmicamente además funcionan como intercambiadores de calor. Al usar el agua caliente en los puntos de consumo, se va vaciando el acumulador, al mismo tiempo ingresa agua fría de la red que la va calentando y reponiendo la reserva.

Estos acumuladores poseen una gran superficie de intercambio y permiten reponer agua caliente en pocos minutos. Además tienen la ventaja de su gran rendimiento térmico.

1.9.5.4. Tuberías de PVC

Estas tuberías son las utilizadas en instalaciones interiores. Son más caras que las de cobre pero resultan de fácil instalación ya que sus uniones se efectúan mediante piezas de

soldadura térmica. Soportan hasta temperaturas de 90 °C sin generar condensaciones. Estas tuberías son ideales para empotramiento porque tienen muy poca pérdida de carga.

El PVC, debe ser puro en un 96 %, admitiendo únicamente en su composición colorantes, estabilizadores y materiales auxiliares.

Las principales características del PVC se muestran en la siguiente tabla:

Densidad de	1,37 a 1,42 Kg/dm. ³
Coefficiente de dilatación lineal de	0,000.060 a 0.000.080 m/°C/m.
Temperatura de reblandecimiento	> 82 °C.
Modulo de elasticidad a 20° C	> 28.000 Kg./cm. ²
Tensión de rotura a tracción	> 500 Kg./cm. ²

Tabla 1.9.4. Características del PVC.

1.9.5.4.1. Características del PVC en fontanería

Las características más destacables de las tuberías en PVC, son las siguientes:

- Es una tubería ligera (se puede decir que la más ligera en el campo de redes de abastecimiento), bastante inertes a la agresividad de las aguas y de las tierras.
- La superficie interior es completamente lisa, lo cual, desde el punto de vista hidráulico, es importantísimo siendo la tubería que proporciona perdidas de carga más pequeñas, lo cual permite reducir los secciones en un 15 % respecto a los tubos tradicionales.
- Mejor comportamiento frente a las heladas que los demás tubos, ya que algunos tipos (polietileno flexible puede admitir la deformación sin romperse.
- Debido a su lisura interna, no es fácil que se produzcan incrustaciones de ningún tipo.
- Su condición de termoplásticos, permiten que al calentarlos se reblandezcan y se puedan curvar y manipular con gran facilidad, si bien alguno (polietileno) son totalmente flexibles, elaborándose en rollos, con lo cual el número de juntas es muy limitado, y por ello, las pérdidas de carga son menores.

- Son tubos aislantes térmicos y eléctricos, por lo cual las corrientes vagabundas y telúricas que afectan a los tubos metálicos aquí no existen, por lo que los efectos de electrolisis que destruyen los tubos enterrados no les afectan.

Ahora bien, sus limitaciones también son notorias y, entre ellas, tenemos:

- Su elevado coeficiente de dilatación térmica que obliga a tenerlo muy presente en las instalaciones.
- Su limitada presión de trabajo, que prácticamente está limitada a 25 atmósferas.
- Su alteración o "envejecimiento", con determinados medios, fundamentalmente al aire y sol.
- Estructura molecular (en cadena) que hace que en su destrucción se desintegre totalmente.
- Su propia condición de termoplástico que, a veces, es contraproducente, etc.

1.9.5.4.2. Uniones

El tipo de unión de los tubos, depende del tipo de la calidad del mismo. La unión más corriente es por enchufe-cilíndrico encolado, (Imagen 1.9.1), cuya copa puede venir hecha en el tubo, o bien hacerse con un útil, calentado previamente el tubo.

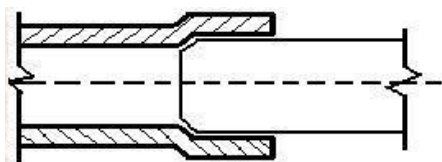


Imagen 1.9.1. Unión enchufe-cilíndrico, tuberías de PVC.

En otros tipos, la junta está formada por un manguito, incorporado en el extremo hembra del tubo, formando parte integral del mismo. En dicha copa, lleva un cajeadado donde se introduce un anillo de caucho de sección en V, de tal forma que la presión tiende a apretarle sobre la superficie exterior del tubo macho que se mete a presión, (Imagen. 1.9.2).

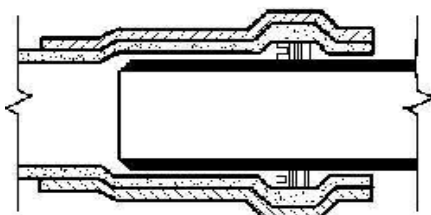


Imagen 1.9.2. Unión con manguito, tuberías de PVC.

1.9.5.5. Accesorios de la instalación

Los accesorios que se utilizarán en el sistema de tuberías de fontanería para conectar secciones rectas de la tubería, para adaptarse a los diversos tamaños o formas, y para regular el flujo de líquido, por ejemplo. Los accesorios, serán de material plástico PVC. Las válvulas son técnicamente accesorios, pero hablaremos de ellas por separado.

1.9.5.5.1. Accesorios comunes para la instalación de las tuberías

2. **Codo.** Es un accesorio de tubería instalado entre dos longitudes del tubo permitiendo un cambio en la dirección, generalmente 90° o 45°. Los extremos se pueden trabajar a máquina para la soldadura de extremo, roscado (generalmente hembra), o conectado, etc. Cuando los dos extremos diferencian de tamaño, se llama codo de reducción o reductor. La mayoría de los codos están disponibles en tipos de radio corto o radio largo. Los codos de radio corto tienen un centro para terminar en igual distancia al NPS en pulgadas, mientras que el radio largo es 1.5 veces el NPS en pulgadas. Los codos cortos están disponibles en medida universal.
3. **Codo de calle.** Es una variante del codo, típicamente del varón a las conexiones femeninas.
4. **Te.** Una te se utiliza para combinar o dispersar un flujo de líquido. Las más comunes son las tes con entrada y salida de igual tamaños, pero las tes “reducibles” también se usarán.
5. **Cruz.** Una cruz tiene una entrada y tres salidas o conexiones, o viceversa. Las cruces son comunes en sistemas de extinción de incendios, pero no en la fontanería debido a su coste adicional comparado con usar dos tes.
6. **Adaptador.** Un adaptador conecta dos tuberías la una a la otra. Si el material y el tamaño de la tubería no son iguales, se puede hacer una reducción, o una adaptación. El término “ampliador” no se utiliza para un adaptador ya que aumenta el tamaño de la tubería; en su lugar se utiliza “reductor”.
7. **Casquillo.** Un tipo de accesorio de tubería, a menudo a prueba de líquido o gas, que cubre el extremo de una tubería.
8. **Unión.** Una unión es similar a un adaptador, excepto que está diseñada para permitir la desconexión rápida y conveniente de las tuberías para el reemplazo o mantenimiento del accesorio. Mientras que un adaptador requiere la soldadura solvente o poder rotar todas las tuberías adyacentes como con un adaptador roscado,

una unión proporciona una transición simple de la tuerca, permitiendo liberarse fácil en cualquier momento.

1.9.6. APARATOS DE LA INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUA

Las características de los aparatos de la producción de agua caliente sanitaria instalados en la planta baja o principal se exponen en la memoria particular de la instalación de gas. Estos aparatos son:

- Caldera Isofast Condens Saunier Duval F 30 E de 29,3 kW.
- Acumulador a gas vitrificado de Saunier Duval AQ Pro 400.

Las características técnicas del termo acumulador eléctrico, instalado en la planta primera del local para producción y suministro de agua caliente a dicha planta, las mostramos a continuación:

- Termo eléctrico vitrificado Saunier Duval SDN 200 H, de 200 litros.

Resistencia eléctrica blindada sumergida y en contacto con el agua. Fabricada en cobre con recubrimiento de estaño, otorgando gran durabilidad. Termostato regulable de alta sensibilidad. Seguridad anti hielo. Cuba de chapa de acero recubierta en su interior por un revestimiento de esmalte vitrificado a 900°C, ánodo de magnesio y manguitos dieléctricos, elementos que evitan problemas de corrosión.

	Capacidad (L)	Peso (kg)	Tensión (V)	Potencia (W)	Tiempo de calentamiento Δt 25°C (mín.)
HORIZONTALES					
SDN 80 H SDC 80 H	80	38	230	1.200	126
SDN 100 H SDC 100 H	100	43	230	1.200	156
SDN 150 H SDC 150 H	150	55	230	1.800	156
SDN 200 H	200	72	230	2.400	156

Tabla 1.9.5. Características técnicas del Termo eléctrico.

1.9.7. CONCLUSIONES

Toda la instalación de suministro de agua ha sido diseñada en tubería de PVC, por ser un material que por sus características se adapta muy bien al tipo de instalación. Hoy en día los plásticos disponen de un gran mercado en el campo de las instalaciones del edificio gracias a sus características técnicas, así como la versatilidad, su ligero peso y fundamentalmente por su bajo coste comparado con otros materiales como pueden ser el cobre y los aceros.

Las tuberías plásticas no requieren tratamientos contra la corrosión y no alteran las propiedades del agua ni su sabor.

La entrada o la derivación individual del local pasará por el cuarto de mantenimiento, alojando los dispositivos de corte en el interior de dicho cuarto.

El montante del suministro de agua se alojará por el espacio del forjado destinado al montacargas, quedando espacio suficiente para el paso de diferentes instalaciones. Se ubica aquí por ser el lugar de paso más apropiado debido a las características de la instalación.

Todos los tramos horizontales irán instalados ocultos en el falso techo de cada planta, los conductos verticales hasta el aparato de consumo se instalarán ocultos en paredes y tabiques.

Con referencia al circuito de retorno del agua caliente ubicado en la planta principal y de suministro a los lavabos, hubiera sido favorable colocar una bomba de retorno del agua caliente, no obstante, al dimensionar la bomba de retorno en función de su potencia, resultaba una potencia de 230W, siendo una bomba muy pequeña. Debido a que la presión suministrada a los diferentes tramos de la instalación de agua es suficiente para el correcto funcionamiento de los aparatos y para el retorno del agua caliente, hemos decidido no instalar dicha bomba de retorno.

Hemos elegido un sistema mixto de producción de ACS para la planta baja o principal, porque combina una determinada acumulación que satisface los consumos continuos a lo largo del día, que no implican excesivo caudal, y un sistema de producción instantánea, que abastezca, junto con la reserva acumulada, los momentos en los que se produzca un caudal punta elevado.

Por otro lado hemos elegido un sistema individual para la producción de ACS en la planta primera, debido a que los sistemas individuales normalmente son característicos de consumos reducidos, diversidad de tipos y frecuencia de uso, dispersión de puntos de consumo, discontinuidad en el tiempo, multipropiedad..., y en general irá ligado a una cierta independencia o autonomía de la unidad funcional dentro del edificio.

1.10. INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE GAS

1.10.1. OBJETIVOS

Los objetivos del cálculo de la instalación receptora de gas natural son; el de especificar y dimensionar las diferentes partes que componen la instalación de gas, desde la acometida, hasta los elementos de la instalación, tales como válvulas, reguladores de presión, el contador, las derivaciones, codos, etc. hasta las tuberías y finalmente los aparatos de consumo, ya sean

para la preparación de alimentos como para la preparación de agua caliente sanitaria, mediante la normativa vigente.

Todos los elementos que forman parte de la instalación de gas han sido dimensionados para suplir las necesidades del restaurante. También expondremos las condiciones técnicas efectuando los cálculos necesarios para justificar las soluciones adoptadas.

1.10.2. INTRODUCCIÓN

La instalación de gas interior comprende desde la llave de acometida (exclusive) de una instalación receptora hasta las llaves de conexión (incluidas estas) de los aparatos de consumo. La instalación interior está formada por la red de tuberías con sus accesorios (reguladores, llaves de corte, etc.) que componen la acometida interior y la instalación individual.

Las uniones de las tuberías de cobre se harán mediante soldadura fuerte (oxiacetilénica) y mediante accesorios roscados para conexión de aparatos. Las uniones de las tuberías de polietileno de la acometida serán mediante soldadura a tope y mediante manguitos electrosoldables. Las uniones de las tuberías con aparatos de consumo, válvulas, codos, derivaciones y elementos de seguridad en general se realizarán mediante uniones roscadas con el debido material aislante y protector.

Las uniones a realizar, en referencia a los componentes, normalmente son:

- Uniones entre tuberías.
- Uniones de tuberías con valvulería (manómetros, reguladores, filtros, etc.).
- Uniones de tuberías con accesorios (codos, “Tes”, racores, etc.).
- Uniones de tuberías con aparatos receptores.

1.10.3. NORMATIVA PARTICULAR

- Real Decreto 1853/1993, de 22 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales.
- Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 011. Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. B.O.E.: 4 de septiembre de 2006.

1.10.4. DEMANDA DE CONSUMO

Los aparatos de consumo de la instalación de gas necesarios para abastecer las necesidades generadas en el restaurante, se muestran en la tabla siguiente:

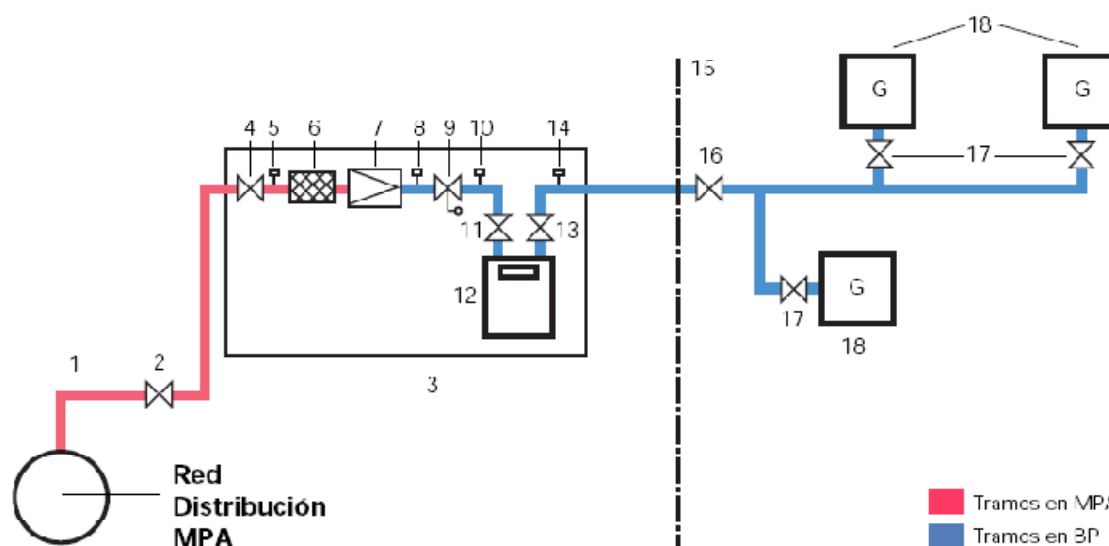
Aparato consumo gas	Unidades	Potencia (Kw)	Potencia (Kcal/h)	Potencia total (Kcal/h)
Acumulador vitrif. 400 l.	1	39,2	33.705,93	33.705,93
Caldera gas	1	29,3	25.193,47	25.193,47
Cocina 3 fuegos+horno	2	26	22.355,98	44.711,96
Cocina 2 fuegos+horno	2	24,5	21.066,21	42.132,42
Plancha cromo 60x45	2	8,1	6.964,75	13.929,5
Barbacoa brasa 90x50	1	22,74	19.552,88	19.552,88
Marmita a gas	1	18	15.477,21	15.477,21
Cuece pastas a gas	1	10	8.600	8.600
			Total (kcal/h):	203.303,37

Tabla 1.10.1. Consumo de gas del restaurante.

1.10.5. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN DE GAS

1.10.5.1. Esquema general de la instalación

En rasgos generales el esquema básico de la instalación de suministro de gas para el local de uso colectivo o comercial sería el mostrado en la imagen 7.1.



1. Acometida. 2. Llave de acometida. 3. Armario del regulador y contador. El armario del regulador y contador se ubicará en el exterior, y si ello no es posible podrá ubicarse en el interior del local privado con autorización de la Empresa Suministradora. 4. Llave de regulador. Si la distancia hasta la llave de contador es corta, puede hacer las funciones de llave de contador. 5. Toma de presión a la entrada del regulador. 6. Filtro. 7. Regulador MPA/BP de modelo aceptado por el Grupo Gas Natural. 8. Toma de presión a la salida del regulador. 9. Válvula de seguridad por defecto de presión de rearme manual de modelo aceptado por el Grupo Gas Natural. 10. Toma de presión a la entrada del contador. 11. Llave de entrada del contador (si no hace sus funciones la llave de regulador). 12. Contador. 13. Llave de salida del

contador (obligatoria a partir de G-16 incluido) 14. Toma de presión a la salida del contador. 15. Límite de local privado. 16. Llave de local privado. Puede estar situada en el exterior del local privado, pero ha de ser accesible desde el interior del mismo. 17. Llave de conexión de aparato. 18. Aparato de utilización.

Imagen 1.10.1. Esquema general de la instalación.

1.10.5.2. Descripción general de la instalación

La instalación receptora de gas, estudiada en este apartado, hace referencia a la alimentación de gas de la cocina principal, donde se alojan los diferentes aparatos de consumo, que se pueden dividir en dos grupos; los aparatos de preparación de alimentos y los aparatos de la red de agua caliente sanitaria. Dicha instalación ha sido dimensionada para trabajar a un consumo de gas natural con factor de simultaneidad 1.

El suministro se efectuará mediante la conexión de la acometida a una red de media presión A (MPA) y a la salida del regulador de presión el tipo de instalación será en baja presión (BP) hasta los aparatos de consumo. Debido al consumo elevado de gas de los aparatos de la instalación se necesita una presión mínima en la acometida del suministro de 40 mbar, dicha presión mínima no está garantizada por un suministro en BP (en BP se garantizan 18,9 mbar). Debido a esta característica conectaremos la acometida a una distribución en MPA que nos garantiza una presión mínima de 50 mbar superior a los 40 mbar requeridos.

Del suministro general, se encargará la compañía suministradora, debiendo ser preciso el cumplimiento de las normas particulares de la misma, y partirá de la acometida y del contador ubicado en el armario de contadores de la instalación receptora de gas, situado en el exterior del edificio junto a la fachada oeste.

Las tuberías de gas que forman parte de la acometida hasta el armario del contador serán de polietileno y estarán enterradas.

Las tuberías de gas de la instalación interior serán vistas, discurrirán por el falso techo. Las bajantes hasta los aparatos de consumo serán vistas a través de la pared. En el caso de los aparatos isla de la zona de cocina, se colocarán 3 vainas huecas de acero fijadas al suelo y al forjado superior, por donde se alojarán las tuberías que bajan hasta los aparatos.

A efectos de cálculo para el dimensionado de los tramos de la instalación receptora de gas, no hemos considerado los empujes por desniveles a cotas inferiores ya que actúan disminuyendo la pérdida de carga en el tramo (favorable). Se han considerado los empujes por desniveles a cotas superiores, en concreto las de la acometida con la unión del armario contador, con una diferencia de altura de 2 m aproximadamente (de -1 m a 1 m) y las del tramo de salida del armario del contador a la primera tubería de la instalación interior con una diferencia de altura de 3 m aproximadamente (de 1m a 4 m).

1.10.5.3. Tuberías de cobre

1.10.5.3.1. Generalidades

El cobre, cuyo símbolo químico es (Cu), es un metal de color característico (rojo salmón), muy dúctil, maleable y buen conductor del calor y la electricidad.

No es atacado por los gases ni se altera en presencia del aire seco; con la humedad se recubre de una capa de óxido que lo protege de posteriores ataques.

1.10.5.3.2. Propiedades del tubo de cobre

El cobre por sus características, es sin duda, un metal muy apropiado para toda clase de instalaciones de gas.

Entre las principales ventajas del tubo de cobre se pueden citar:

- La facilidad y rapidez de preparación y colocación.
- La ejecución de las uniones en un tiempo mínimo, utilizando manguitos soldados por capilaridad.
- Las posibilidades de prefabricación.
- Las pequeñas pérdidas de carga, debido a la superficie lisa de las paredes interiores.
- La gran resistencia a la corrosión.

1.10.5.3.3. Características

- Su punto de fusión es de 1.082°C.
- Con la humedad produce una pátina verdosa de carbono básico que la protege de posteriores alteraciones llamado cardenillo.
- El tubo presenta gran duración al tiempo ya que su inalterabilidad está garantizada.
- El único inconveniente que puede plantear el tubo de cobre es su dilatación.

1.10.5.3.4. Colocación de las tuberías

Para ejecutar bien este trabajo hay que tener en cuenta las cuatro reglas siguientes:

- Realizar uniones perfectamente estancas.
- Apoyar las tuberías de modo que el peso de los tubos cargue sobre los soportes y no sobre las uniones.
- Tomar las medidas necesarias para la libre dilatación de los tubos.
- El dimensionado de las tuberías deberá satisfacer los caudales máximos de consumo previstos.
- El dimensionado de las tuberías deberá satisfacer los caudales máximos de consumo previstos.

1.10.5.3.5. Soldadura fuerte por capilaridad

Soldadura por capilaridad. Reglas básicas:

- Limpiar las dos superficies a ensamblar (exterior del tubo e interior del racor) con lija o con lana de acero.
- Untar las partes a soldar con pasta desoxidante.
- Encajar las piezas a unir.
- Las piezas a soldar deben encajar perfectamente por los extremos, estar limpias y sin restos de grasa.
- Elegir el material de aportación en función de los metales que vaya a ensamblar y de la resistencia deseada (ver cuadro resumen).
- Calentar las piezas a ensamblar y no el metal de aportación: la temperatura de calentamiento debe permitir la fusión del metal de aportación al entrar en contacto con las piezas calentadas.
- Apartar la llama y sitúe el hilo de soldadura sobre la unión de los dos elementos. La cantidad de metal de aportación necesaria para una correcta soldadura debe ser, en longitud, aproximadamente igual al diámetro del tubo.

Hay dos reglas que es necesario respetar imperativamente:

- Utilizar la soldadura adaptada al esfuerzo de las piezas a unir con el material de aportación correspondiente y el desoxidante del metal que se necesite.
- Calentar el metal a la temperatura adecuada: 820°C para la soldadura al cobre.

El material de aportación que se ha de utilizar depende de la naturaleza de las piezas a unir y del uso que tengan. La siguiente tabla relaciona los diferentes materiales de aportación más usados, en función del tipo de soldadura y de uso que se va a dar.

SOLDADURA DURA							
Metal añadido	Lamp. Soldar	Soplete	Soplete Bi-Gas	Punto fusión	Usos	Resistencia Mecánica	Desox.
Varilla cobre fósforo 1,5 mm	X	X	X	820°C	Exclusivamente unión de cobre	50 kg/mm ²	Incorp.
Varilla cobre fósforo plata (5%) 1,5 mm	X	X	X	810°C	Exclusivamente unión de cobre	65 kg/mm ²	Incorp.

Tabla 1.10.2. Material de aportación soldadura dura de cobre.

1.10.6. APARATOS DE LA INSTALACIÓN DE GAS

Los aparatos de consumo de la instalación interior de gas, los dividiremos en dos grupos.

1. Aparatos para la producción de agua caliente:

- Caldera Isofast Condens Saunier Duval F 30 E de 29,3 kW. Las características de la caldera las mostramos a continuación:

La caldera será estanca de tiro forzado, dispondrá de un ventilador que recoge del exterior el aire que utiliza para la combustión y envía los gases de combustión al exterior. La circulación del aire y de los gases se canaliza a través de dos conductos específicos, uno de aspiración y otro de expulsión que suelen ser concéntricos. Esta caldera ofrece una mayor seguridad, puesto que el circuito de combustión no tiene comunicación alguna con la atmósfera del local donde está instalada. Por este motivo, la caldera estanca no tiene limitaciones de ubicación; puede ser tapada u ocultada o, incluso, situarse dentro de un armario.

Calefacción		F 30 E	F 35 E
Potencia útil a 80°C/60°C	franja de regulación (kW)	de 4,9 a 22,5	de 6 a 28
Rendimiento sobre el P.C.I. a 80°C/60°C	(%)	98	98
Potencia útil a 50°C/30°C	franja de regulación (kW)	de 5,5 a 24,6	de 6,9 a 30,6
Rendimiento sobre el P.C.I. a 50°C/30°C	(%)	107	107
Temperatura máx. en la ida	(°C)	80	80
Temperatura mini. en la ida	(°C)	22	22
Vaso de expansión, capacidad útil	(l)	10	10
Capacidad máx. de la instalación a 75°C	(l)	215	215
Válvula de seguridad, presión máxima de servicio	(bar)	3,0	3,0
Combustión		F 30 E	F 35 E
Evacuación gases quemados,	por ventosa Ø (mm)	60 o 80	60 o 80
Entrada aire exterior	por ventosa Ø (mm)	100 o 125	100 o 125
Caudal de aire nuevo (1013 mbar - 0°C)	(m³/h)	37	43
Caudal de evacuación de gases quemados	(g/s)	13,2	15,3
Temperatura gases	(°C)	68	68
Valor de los productos de la combustión	CO (ppm)	100	100
medidos con producción	CO2 (%)	9,2	9,2
térmica nominal y con el gas referencia G 20	NOx (ppm)	16,2	15,5

MEMORIA

Sanitaria		F 30 E	F 35 E
Potencia útil. en agua caliente	auto. variable de... (kW)	29,3	34,2
	à... (kW)	5,2	6,4
Temperatura máx. en agua caliente	(°C)	60	60
Caudal mín. de funcionamiento en sanitario	(l/min.)	1	1
Caudal instantáneo (para un incremento de tª de 25°C)	(l/min.)	16,8	19,6
Sistema microfast, capacidad útil	(l)	4	4
Válvula de seguridad, presión máxima de servicio	(bar)	10	10
Presión de alimentación mín.	(bar)	0,7	0,7
Presión de alimentación máx.	(bar)	10	10

Eléctricite		F 30 E	F 35 E
Tensión de alimentación	(V)	230	230
Intensidad	(A)	0,9	0,9
Potencia máx. absorbida	(W)	206	206
Protección eléctrica		IPX4D	IPX4D
Classe		1	1

Categoría gas		F 30 E	F 35 E
Gas Natural y Propano (no butano)		112H3P	112H3P

Gas natural (G20) (ref. 15°C-1013 mbar)		F 30 E	F 35 E
Ø inyector quemador	(mm)	5,65	5,65
Presión de alimentación	(mbar)	20	20
Caudal máx. potencia sanitaria	(m³/h)	3,10	3,62
Caudal máx. potencia calefacción	(m³/h)	2,43	3,02
Caudal mín. potencia	(m³/h)	0,55	0,68

- Acumulador a gas vitrificado de Saunier Duval AQ Pro 400. Las características del acumulador se muestran a continuación:

Provistos de un calderín robusto y cuerpo de caldera que se compone de un quemador y un haz de tubos verticales con deflectores. Mientras el quemador de tipo atmosférico con encendido piezoeléctrico calienta el agua del calderín, en su base el humo de la combustión se aprovecha en su ascenso para calentar el agua a través del haz de tubos verticales. Esto permite un suministro de agua caliente continuo sin tiempos de espera y sin que varíe la temperatura. Su aislamiento de poliuretano expandido, libre de CFC, con 50 mm de espesor consigue unas pérdidas mínimas de temperatura del agua acumulada. La cuba en chapa de acero vitrificado de 4 mm proporciona durabilidad e higiene.

MEMORIA

Características Técnicas		AQ Pro 220	AQ Pro 400
Capacidad nominal (L)		220	400
Potencia térmica nominal (kW)		34	44
(kcal/h)		29.240	37.840
Potencia útil nominal (kW)		30,3	39,2
(kcal/h)		26.060	33.720
Rendimiento térmico (%)		89,1	89,1
Tiempo de calentamiento a 40 °C (Tª de entrada 15 °C) (min)		13	18
Tiempo de calentamiento a 60 °C (Tª de entrada 15 °C) (min)		23	32
Producción horaria en continuo a 40 °C (Tª de entrada 15 °C) (L/h)		990	1.280
Recirculación		Si	Si
Tensión de alimentación (V)		220-240	220-240
Potencia eléctrica absorbida (W)		7	7
Presión máxima (bar)		6	6
Peso en vacío (kg)		160	243
Dimensiones y Conexionado		AQ Pro 220	AQ Pro 400
B	Altura de la cuba	1.400 mm	2.100 mm
G	Altura total del aparato	1.600 mm	2.310 mm
S	Distancia de toma de agua caliente a suelo	1.330 mm	2.030 mm
U	Distancia del suelo a toma de recirculación	1.010 mm	1.175 mm
	Diámetro entrada Agua Fría	1" 1/4	1" 1/4
	Diámetro salida Agua Caliente	1" 1/4	1" 1/4
	Diámetro entrada gas	1/2"	1/2"
	Diámetro salida vaciado	1"	1"
	Diámetro salida recirculación	1"	1"
	Diámetro tapa registro de limpieza	120 mm	120 mm

2. Aparatos a gas para la preparación de alimentos:

- 2 unidades de COCINA GAS 3 F.+HORNO+GRATINADOR

Construidas en acero Inox.

Quemadores con 3 posiciones de trabajo cada uno.

Termostato horno 100-300 °C.

Quemadores de 6,5 Kw en latón de doble corona con llamas uniformes.

Pies regulables en Inox.

Armario de almacenamiento.

Grill eléctrico en el horno preinstalado.

Medidas: Ancho x Fondo x Largo [mm]: 1200x550x980

Dimensiones Armario: Ancho x Fondo x Largo [mm]: 320x430x420

3 fuegos + horno + gratinador

Potencia [Kw]: 26

- 2 unidades COCINA a GAS a 2 FUEGOS CON HORNO GRATINADOR

Construidas en acero Inox.
Bandeja recoge líquidos embutida en inox.
Bandeja recoge grasas en Inox.
Quemadores de 8 Kw en latón de doble corona con llamas uniformes.
Pies regulables en Inox.
Interior horno esmaltado.
Gratinador tubular de 2 Kw con válvula simultaneada con el horno.
Medidas: Ancho x Fondo x Largo [mm]: 800x550x850
2 fuegos + horno + gratinador
Potencia [Kw]: 24,5

- 2 unidades PLANCHA CROMO DURO 60X45 A GAS

Plancha de cromo duro de 20 mm de espesor.
Recolector trasero de fácil extracción.
Medidas: ancho x fondo x alto [mm]: 600x 450 x 200
Superficie útil [dm²]: 24
Peso [Kg]: 60
Potencia [Kw]: 8,1
[Kcal/h]: 7000
2 fuegos

- BARBACOA 90x50 A LA BRASA

Parrillas de carbón volcánico incombustible y refractario.
Todos los modelos están equipados con dos tipos de rejilla superior: de varilla y acanalada.
Medidas: ancho x fondo x alto [mm]: 900x 500 x 250
Superficie útil [dm²]: 36
Peso [Kg]: 62
Potencia [Kw]: 22,74
[Kcal/h]: 19556
3 fuegos

- MARMITA A GAS CAPACIDAD 80 LITROS

Acabado exterior en acero inoxidable.
Capacidad 80 litros.
Potencia 18.00 KW.
Cuba y tapa en acero inoxidable.
Quemador tubular.
Termopar y piloto de encendido.
Grifo llenado de agua.
Grifo de vaciado.

Dimensiones: 800 x 750 x 850 mm.

- CUECE PASTA A GAS 26 LITROS

Cuece pastas construido en acero inoxidable.

Grifo de carga, rebosadero y desagüe.

Conmutador con cuatro posiciones de regulación.

Calentamiento por quemadores de alto rendimiento.

Grifo de gas con termopar, piloto y encendido piezoeléctrico.

Resistencias acorazadas en interior de la cuba.

Medidas 400x750x850 mm.

Potencia 8.600 Kcal/h.

Peso 60 kg.

1.10.7. CONCLUSIONES

Las tuberías de la acometida se han proyectado de polietileno por recomendación de la empresa suministradora. La instalación interior receptora de gas se ha diseñado con tuberías de cobre vistas por su facilidad de colocación y de mantenimiento, así como, también es el elemento más común junto con el acero, con los que se diseñan la mayoría de las instalaciones interiores de gas.

El armario del contador, regulador de presión, tomas de presión y las diferentes llaves tanto de seguridad como de paso, se ha procedido a su colocación en el exterior, junto a la fachada, por ser el lugar más indicado. Tanto para su mantenimiento, como para la accesibilidad, así como para la ventilación del armario. Ya que si lo hubiéramos situado en el cuarto de mantenimiento junto con los cuadros de mando de la instalación eléctrica y el grupo generador, tendríamos que haber protegido con especial cuidado dicho armario, además de aislarlo completamente de la habitación e instalar unas oberturas de aireación suficientes, cosa complicada debido a las dimensiones de la habitación. Por otro lado, también habíamos previsto situar el armario del contador de gas junto a la entrada principal, dentro del local, pero al ser zona de acceso al público y posiblemente ser zona de fumadores, hemos desechado dicha idea.

Finalmente la maquinaria de cocina ha sido escogida no en función de su consumo de gas, si no por sus características para abastecer a la clientela del local. Los aparatos de preparación de agua caliente los justificaremos dentro del apartado de fontanería y suministro de agua.

1.11. INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

1.11.1. OBJETIVOS

El objeto del presente apartado es especificar las partes que componen la instalación de saneamiento necesaria para el acondicionamiento del restaurante. También exponer las condiciones técnicas efectuando los cálculos que justifiquen las soluciones adoptadas.

El objeto de la siguiente instalación es el garantizar la correcta evacuación de las aguas sucias procedentes de los distintos aparatos sanitarios y la correcta evacuación de las aguas pluviales recogidas en la terraza y en la azotea.

La evacuación de las aguas sucias ha de hacerse de una manera eficaz para alejarlas rápidamente de los aparatos sanitarios, garantizando así el mantenimiento de unas condiciones higiénicas óptimas.

1.11.2. INTRODUCCIÓN

La Instalación de saneamiento ha sido diseñada y dimensionada para la correcta evacuación de aguas residuales producidas como resultado de la actividad humana en el interior del local, diferenciando entre las zonas de cocina y los servicios, y para la evacuación de las aguas pluviales procedentes de los períodos de lluvias.

A partir de los aparatos de suministro de agua y conociendo su consumo, podemos dimensionar los tramos horizontales para la evacuación de aguas, estos a su vez se conectarán mediante botes sifónicos o directamente a las bajantes del edificio. Las bajantes al final de su recorrido enlazarán con las correspondientes arquetas, separador de grasas y pozos negros y de aquí a la red de alcantarillado de la urbanización.

Para el dimensionado de los tramos de recogida de las aguas pluviales, nos basamos en la descarga pluvial en la terraza y azotea por unidad de superficie, la bajante de pluviales se conectará a una arqueta de pluviales, independiente de la red de evacuación de aguas fecales y negras, y de ésta a la red de alcantarillado de pluviales de la urbanización si ésta existiera.

1.11.3. NORMATIVA PARTICULAR

- DB HS Salubridad.
Código Técnico de la Edificación (CTE). Parte II. Documento Básico HS.
Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, del Ministerio de Vivienda.
B.O.E.: 28 de marzo de 2006.
- Norma Básica de la Edificación NBE-CA-88. Condiciones acústicas de los edificios.
Orden de 29 de septiembre de 1988, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
B.O.E.: 8 de octubre de 1988.

1.11.4. APARATOS Y ELEMENTOS CONECTADOS A LA RED DE SANEAMIENTO

Los aparatos conectados a la red de evacuación tanto de aguas fecales como pluviales, forman parte de la instalación de suministro de agua, por ello, se describen en la memoria particular y anexo de fontanería y suministro de agua.

No obstante de forma general los principales aparatos conectados a la red de fecales, son:

1. Procedentes de los servicios:

- Lavabos.
- Inodoros.
- Urinarios.

2. Procedentes de las cocinas

- Fregaderos.
- Lavavajillas.
- Lavadora.

Los aparatos conectados a la red de pluviales procedente de la terraza y la azotea son:

- Sumideros sifónicos por área de descarga.

1.11.4.1. Aparatos y elementos instalados por plantas

Clasificaremos por plantas los aparatos y principales elementos conectados a la red de saneamiento.

1.11.4.1.1. Cubierta

Elementos conectados a la red de pluviales, en concreto a la bajante V3 de pluviales:

REGISTROS Y SIFONES	
Referencias	Cantidad
Sumidero para azoteas	4

TUBERÍAS	
Referencias	Longitud (m)
PVC liso-Ø100	11.92
PVC liso-Ø82	11.60

1.11.4.1.2. Planta primera

Los aparatos y elementos conectados a la red de saneamiento de la primera planta los dividiremos según la procedencia de las aguas, residuales o pluviales:

- Elementos conectados a la red de pluviales, en concreto a la bajante V2 de pluviales:

REGISTROS Y SIFONES	
Referencias	Cantidad
Botes sifónicos	3

- Elementos conectados a la red de aguas negras:

APARATOS DE DESCARGA	
Referencias	Cantidad
Lavabo (Lv): 2 Unidades de desagüe	6
Inodoro con cisterna (Ic): 5 Unidades de desagüe	5
Urinario suspendido (Us): 2 Unidades de desagüe	3
Fregadero de cocina (Fr): 6 Unidades de desagüe	1

TUBERÍAS	
Referencias	Longitud (m)
PVC liso-Ø100	3.36
PVC liso-Ø40	14.42
PVC liso-Ø50	6.33
PVC liso-Ø75	2.80
PVC liso-Ø82	19.93

Para ver la conexión de cada aparato a la bajante correspondiente, ver el plano de la instalación de saneamiento.

1.11.4.1.3. Planta baja o principal

Los aparatos y elementos conectados a la red de saneamiento de la planta principal los dividiremos según la procedencia de las aguas, residuales o pluviales, así como en los colectores generales:

- Elementos conectados a la red de pluviales, bajantes V2 y V3 de pluviales:

MEMORIA

REGISTROS Y SIFONES	
Referencias	Cantidad
Arquetas	2

- Elementos conectados a la red de aguas negras:

APARATOS DE DESCARGA	
Referencias	Cantidad
Lavabo (Lv): 2 Unidades de desagüe	5
Inodoro con cisterna (Ic): 5 Unidades de desagüe	6
Urinario suspendido (Us): 2 Unidades de desagüe	3
Fregadero de cocina (Fr): 6 Unidades de desagüe	4
Fregadero de laboratorio, restaurante, etc. (Fl): 2 Unidades de desagüe	2
Lavavajillas (Lp): 6 Unidades de desagüe	2
Lavadora (La): 6 Unidades de desagüe	1

REGISTROS Y SIFONES	
Referencias	Cantidad
Arquetas	4
Botes sifónicos	2

TUBERÍAS	
Referencias	Longitud (m)
PVC liso-Ø50	20.76
PVC liso-Ø125	55.85
PVC liso-Ø100	4.09
PVC liso-Ø40	16.95
PVC liso-Ø75	0.60

Para ver la conexión de cada aparato a la bajante o colector correspondiente, ver el plano de la instalación de saneamiento.

- Elementos conectados a los colectores generales de residuales y pluviales, fuera del perímetro del edificio:

REGISTROS Y SIFONES	
Referencias	Cantidad
Arquetas sifónicas	1
Pozos de registro	1

1.11.5. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

1.11.5.1. Características generales

La Instalación de Saneamiento del edificio consiste en la evacuación por conductos de las aguas negras (aparatos sanitarios, cuartos de lavado y cocinas) y también de las aguas pluviales (en la terraza y la cubierta) que se generan en el mismo.

La descarga se realiza por gravedad hacia los conductos generales verticales (bajantes) y otros de menor sección (desagües).

Dicha evacuación se realizará mediante redes pluviales y fecales separadas.

Todo este sistema debe estar sujeto a las características del alcantarillado municipal, que podrá ser de doble red, red unitaria para los dos usos, o una sola red que únicamente admita aguas negras.

La clasificación básica para evacuación de residuos en saneamiento es de aguas negras y aguas pluviales.

- Las aguas negras se denominan así por ser aguas sucias; provienen del desagüe de todos los aparatos sanitarios junto con las aguas fecales.
- Las aguas pluviales son aguas limpias; provienen del desagüe de cubiertas, terrazas, azoteas, patios y jardines, conducidas por medio de canalones y bajantes.

La red de saneamiento interior se conforma del siguiente modo:

- Colectores de Aparatos: empalmes de aparatos a las bajantes.
- Red Vertical: conductos bajantes.
- Red Horizontal: colectores; unen la arqueta de las bajantes con el alcantarillado u otro medio de vertido.
- Red de Ventilación: de tipo primaria.

Desde la planta baja se conectarán los colectores hasta la red de alcantarillado pública de la urbanización, con una pendiente $\geq 2\%$, en concreto de 4%.

Todas las bajantes de la red de fecales (V1, V5, V6 y V7) se enlazan mediante el colector particular de fecales a la arqueta sifónica situada fuera del perímetro del edificio a una cota de -1 m aprox. del nivel del terreno y de aquí se unirá al colector principal hasta la red de alcantarillado. Los aparatos de cocina se unirán mediante el colector particular hasta una arqueta separadora de grasas y aceites, para eliminar en lo posible los restos de grasas y aceites

procedentes de la preparación de alimentos, esta arqueta estará situada fuera del perímetro del edificio y a una cota de -1 m aprox. del nivel del terreno y de aquí se unirá al colector principal hasta la red de alcantarillado (ver plano instalación de saneamiento).

Las bajantes de evacuación de aguas pluviales (V2 y V3) se conectarán desde el colector particular hasta un pozo de registro a una cota de -1 m aprox. del nivel del terreno y desde aquí mediante el colector principal se evacuará las aguas pluviales hasta el alcantarillado de pluviales si existiera en la urbanización.

1.11.5.2. Colectores de Aparatos

Para realizar una correcta evacuación, los aparatos (inodoros) deben ubicarse del modo más próximo a la bajante, considerando una distancia que no supere a 1 metro de la línea de la bajante.

El empalme debe ser directo a la bajante, por medio de piezas y codos que se dejarán previstos en la etapa de montaje.

El inodoro estará provisto de su propio sifón.

Los lavabos y fregaderos se empalman, casi siempre, al manguetón del inodoro que conecta con la bajante.

El resto de los aparatos descarga se conectarán:

- Con Bote Sifónico (al que se conectan los aparatos más alejados de la bajante).

El bote sifónico queda oculto en el grosor del forjado.

- Con Sifones Individuales para cada aparato.

En la terraza y azoteas, se recogen las aguas mediante sumideros que poseen su correspondiente sifón, desaguando a la bajante más cercana o a otra exclusiva, esto ocurre en el caso en que queden muy alejados o si existe evacuación de tipo separativo.

La distancia máxima de cada aparato a sifón o bajante es de 2,00 m. ó 2,50 m.

1.11.5.3. Bajantes (Red Vertical)

La conducción vertical no permite variaciones en todo su recorrido vertical, de manera que los aparatos que se sitúen alejados de la bajante, deben evacuar por otra conducción vertical más próxima.

El criterio de diseño empleado, es agrupar los cuartos de servicios sobre la misma vertical para que la bajante realice el recorrido más corto posible.

Por lo general, esta conducción discurre por patios y patinejos de ventilación de servicio; si su recorrido tuviera que hacerse por interiores habitados, se oculta en cajones de obra o con fundas de acero o fundición. Esta misma protección se adopta en los tramos finales de su trazado, al nivel del suelo, considerando 2,50 m. de altura máxima.

1.11.5.4. Albañales (Red Horizontal)

En la porción inferior de las bajantes se prevé la instalación de una arqueta, desde la cual discurre el colector horizontal o albañal.

El colector enterrado, puede ser de hormigón, irá en una zanja, protegido por una capa de hormigón en masa y relleno por tongadas de 20 cm. de tierra libre de áridos mayores de 8 mm de diámetro; luego se apisona.

La pendiente, en todos los casos, no debe ser inferior al 1,5% con el objeto de evitar la acumulación de residuos o taponamientos, sobre todo en los codos.

1.11.5.5. Red de ventilación para artefactos

Los aparatos sanitarios, para evitar que los olores penetren en el local, deben ir provistos de un sifón con cierre hidráulico, de modo que esté lleno de agua permanentemente. Cuando se produce una descarga, se crea una depresión en la bajante, esto genera el descebado de los sifones en cada aparato; si no tuviese agua el sifón, filtrarían los malos olores al interior del local.

Al crear una ventilación exterior, no se produce el descebado porque la red queda sometida a la presión atmosférica, quedando de este modo protegida la instalación contra el acceso de olores.

La manera de efectuar la ventilación en la red para edificios menores de 10 plantas, se consigue:

- Dejando las bajantes abiertas en su parte superior. Se coloca el conducto a suficiente altura por encima de las ventanas y captaciones de aires de áticos y pisos superiores.

1.11.5.6. Evacuación de condensados de unidades de climatización

Se debe evitar los sifones de aire dentro del tubo, garantizando una inclinación hacia debajo de la manguera de drenaje, según indica el fabricante.

La tubería de drenaje será igual o superior a la del tubo de conexión. Se realizará una pendiente del 1% o más según indica la UNE 100.030.94 y se soportará mediante ménsulas con un intervalo de 1 a 1.5 metros.

Esta red de condensados será conducida a las bajantes identificadas. Para la climatizadora exterior se conducirá hasta la bajante V3 de la azotea. Los condensados de los fancoils se conducirán hasta la bajante o bote sifónico más cercano.

1.11.5.7. Conductos y accesorios de PVC

La instalación se realizará en PVC, que es un material de uso muy difundido en la actualidad. Una de sus mayores ventajas es su ligereza, lo cual significa economía en el transporte y también en la instalación.

Se admiten líquidos de hasta 65° C de temperatura y se usan diferentes conductos según la presión que deba soportar. Las series empleadas en las redes de evacuación se denominan series sanitarias y son muy ligeras. Posee una extensa gama de diámetros alcanzando hasta los 300 mm.

Los empalmes de los conductos sanitarios se realizan mediante accesorios de PVC que van soldadas con adhesivos especiales para tal fin. Desde diámetros de 60 mm., los conductos se fabrican abocardados en sus extremos; las uniones se efectúan por enchufe y con adhesivo.

Los conductos se colocan por la parte superior del edificio. Entre cada tubo no se enchufa a tope sino que se dejan aproximadamente 5 mm entre el final de cada tubo al siguiente. Cuando los conductos atraviesan forjados o paredes, no se ajustan en forma rígida sino dejando juego entre ambos. De esta manera se previene la rotura del conducto por los movimientos de asentamiento o por vibraciones, normales en los edificios.

1.11.5.8. Accesorios

La red de evacuación posee una serie de accesorios para los diferentes empalmes entre tubos y con los aparatos sanitarios por ejemplo. Existe una gama amplia, de distintos materiales; las más usuales son:

1. **Sifones:** Son piezas en forma de S que impiden la salida de olores de la red.
2. **Codos a 45°:** Se utilizan para cambio de sentido en tramos horizontales.
3. **Pantalones o derivaciones:** Son puntos de empalme de inodoros y demás aparatos con las bajantes.
4. **Dobles derivaciones:** Son las uniones de grupos de aparatos.

5. **Conos reductores:** Piezas de empalme entre bajantes de distinto diámetro.
6. **Piezas en T:** Empalmes entre conductos de evacuación a 90°; pueden ser piezas en forma de T y de doble T.
7. **Abrazaderas:** Piezas de sujeción de los bajantes a paredes o a techos.

Los codos a 90° no se recomiendan en las redes de evacuación por el riesgo de atascos. Los cambios de sentido o los empalmes de ramales con bajantes, se realizan con ángulos no mayores de 45°, para una circulación más fluida de los líquidos.

1.11.5.9. Tareas previas

Previo a las tareas específicas de instalación de saneamiento, realizar la acometida al colector principal y tener ya preparados los huecos en los muros y forjados para el paso de las tuberías.

Luego, se efectúa la alineación en planta y alzado, la situación de arquetas, el cambio de secciones y conexiones.

En las derivaciones en su unión con la principal, comprobar que el ángulo sea inferior a 60°.

- **Bajantes vistas:** En el caso que existan, mantener las tuberías paralelas con las otras instalaciones vistas; las tuberías de gas o las ventanas en las fachadas.
- **Arqueta sifónica:** La red de saneamiento se inicia construyendo una arqueta sifónica al final de la acometida. A partir de ésta se coloca la tubería de saneamiento horizontal que se instala enterrada o suspendida (en caso de disponer de forjado sanitario o sótano). Las arquetas pueden ejecutarse "in situ" o vienen prefabricadas.
- **Solera de hormigón.** A continuación se realiza una solera de hormigón HM-15, sobre la cual se ejecuta la arqueta o apoya el prefabricado. Las paredes de la arqueta se enfoscan con mortero.
- **Tape de Arqueta:** Para evitar olores, hacer siempre un tape de la arqueta que se pueda romper con facilidad; puede también realizarse un tape parcial inclinado en dirección a la tubería de entrada; de modo que, si hubiera olores en el colector principal, no llegarían a la tapa de la arqueta.
- **Soportes de la tubería:** Luego se replantean los soportes de la tubería, verificando antes de suspenderla que se ajusta a la pendiente prevista y que los soportes se encuentren próximos para que la tubería no flexione.

De la principal salen tantas derivaciones como cantidad de bajantes haya. Las bajantes tienen derivaciones en cada planta. La red vertical se conecta a la horizontal mediante codos y arquetas.

Si la red horizontal está colgada, las bajantes se conectan mediante codos a la red horizontal. Si la red horizontal está enterrada, las bajantes se conectan mediante arquetas a la red horizontal. Estas arquetas serán sifónicas, si la bajante es de aguas negras.

1.11.5.10. Red de saneamiento vertical

La red de saneamiento vertical se realiza del siguiente modo:

- La documentación técnica correspondiente indica la ubicación de bajadas y aparatos sanitarios.
- Se instalarán abrazaderas de fijación de las bajantes, coincidentes con las copas de los tubos de las derivaciones o injertos.
- Dichas abrazaderas van aplomadas y situadas por debajo de las copas de los tubos.
- Deberán unirse los tramos de tubería y sus derivaciones y lograr una perfecta estanqueidad.
- Verificar que las juntas estén a las distancias requeridas en la normativa.

Las columnas de ventilación primaria se instalarán montando los tubos de ventilación primaria de las bajantes por encima de puertas y ventanas, lo necesario y suficiente para no percibir olores procedentes del alcantarillado. Se colocará la ventilación secundaria unida por su parte superior al tubo de la primaria y por la parte inferior a la bajante o desagüe del aparato más bajo, si ésta fuera necesaria.

1.11.5.11. Aspectos a tener en cuenta

Conviene ubicar la cota de la solera de las arquetas por debajo de los 10 cm. de la cota del tubo de salida; de esta forma podrá pasarse una hilera de ladrillos por debajo del tubo y así se evitan fugas. Luego rellenar el salto del tubo con la solera, evitando sedimentaciones.

Como las tuberías son de PVC, para mejor adherencia del mortero, se realiza un collarín de arena pegada al tubo mediante cola adhesiva.

Los tubos se colocarán con la campana aguas arriba.

No unir nunca retales de tubo, mediante la formación de campana calentando el tubo con un soplete. Los retales de tubo deben unirse con manguito (en tuberías de PVC).

1.11.5.12. Proceso Constructivo

Estos trabajos de saneamiento se llevan a cabo de acuerdo a la metodología expresada en los ítems que se detallan a continuación:

- Replanteo.
 - Ejecución de arquetas.
 - Nivelación de soportes.
 - Uniones.
 - Ejecución de bajantes y conductos de ventilación.
 - Circulación y estanqueidad.
1. **Replanteo:** Se marcan las arquetas, la alineación de red horizontal y vertical y la distribución de los soportes.
 2. **Ejecución de arquetas:** Se verificará la cota de la solera, geometría 50 cm. x 50 cm. \pm 1 cm., que estén enfoscadas; si es sifónica, tendrá el correspondiente tape parcial.
 3. **Nivelación de soportes:** Se ajustan para dar una pendiente uniforme a la tubería, evitando contrapendientes, o que existan cambios de la misma.
 4. **Uniones:** No realizar uniones con soplete, las derivaciones se hacen mediante piezas especiales para este fin.
 5. **Ejecución de bajantes y conductos de ventilación:** Debe comprobarse que;
 - Las abrazaderas estén aplomadas y ubicadas por debajo de las copas de los tubos.
 - Deben carecer de contratubo o sellado en su paso a través del forjado.
 - Verificar que la distancia entre elementos de sujeción sea superior a la especificada.
 - Que no existan desplomes que superen al 1%.
 6. **Circulación y estanqueidad:** Comprobar la correcta circulación del agua a partir de los puntos de conexión, verificando que llegue el agua de cualquier punto de desagüe hasta la arqueta de acometida, y observando que no goteen las juntas o derivaciones.

1.11.6. CONCLUSIONES

Toda la instalación de saneamiento ha sido diseñada en tubería de PVC, por ser el material que mejores características presenta y por ser el más usado para este tipo de instalaciones.

La ubicación de bajantes al estar regulada por normativa a un 1 m máximo de los inodoros no nos ha permitido ser instalada en otros lugares. Para las bajantes de pluviales las hemos ubicado en las esquinas de la terraza y azotea respectivamente, para quedar disimuladas dentro de la estructura del edificio.

Todos los tramos horizontales, así como las arquetas de las bajantes, botes sifónicos y demás elementos instalados dentro del edificio tienen que estar bien dimensionados y ubicados, pues van ocultos en el forjado de cada planta. A la hora de repartir la armadura para construcción del forjado, se instalarán y conectarán correctamente todos los elementos de la instalación de saneamiento que están ocultos dentro del forjado.

Debido a las características del edificio, y sin conocer las dimensiones de la cámara sanitaria si ésta existiera bajo el forjado de la planta baja, hemos procedido a la ubicación de los colectores y los elementos instalados en ellos fuera del perímetro del edificio, pero cerca de éste y dentro de la parcela. Siendo la mejor manera de instalarlos, pudiendo disponer de un mantenimiento adecuado de la arqueta sifónica general de fecales, así como del separador de grasas y aceites de las aguas procedentes de cocina, y finalmente del pozo de registro de las aguas pluviales.

1.12. INSTALACIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA

1.12.1. OBJETIVO

El objetivo del presente apartado es dimensionar de forma general la instalación de la contribución solar para la producción de ACS, sin entrar en detalle, tal y como se ha realizado con el resto de las instalaciones.

Nos dedicaremos a dimensionar el número de colectores solares necesarios para satisfacer las necesidades de ACS del restaurante y su distribución dentro del conjunto del edificio, así como en menor medida, señalar los principales componentes de la instalación solar.

1.12.2. INTRODUCCIÓN

La energía solar fotovoltaica es un modo de obtención de energía eléctrica a través de paneles fotovoltaicos. Los paneles o módulos fotovoltaicos están formados por células de silicio, que son dispositivos semiconductores. Al recibir radiación solar, se excitan y provocan saltos electrónicos, generando una pequeña diferencia de potencial en sus extremos.

Un sistema de energía solar térmica es aquel que permite el calentamiento de aire o agua a partir del aprovechamiento de la radiación solar. Estos sistemas se pueden clasificar en dos grandes apartados: los sistemas activos i los pasivos.

Los sistemas activos utilizan elementos de captación de la energía solar específicos, llamados captadores o placas solares, por el interior de los cuales circula un fluido (normalmente agua o aire) que absorbe la energía irradiada por el sol. En este sentido, las aplicaciones más interesantes son el subministro de agua caliente para diversos usos (agua caliente sanitaria, calefactado de locales, calentamiento de piscinas, etc.).

1.12.3. NORMATIVA

El presente estudio se ha efectuado siguiendo los requisitos del documento básico HE4 del CTE.

Los datos utilizados de radiación solar corresponden a los proporcionados por el Ministerio de Industria mientras que los de temperatura media ambiente y de temperatura del agua de red se obtienen de las tablas publicadas por Censolar.

El método de cálculo de la instalación es el del f-chart, recomendado en el Pliego de Condiciones Técnicas de IDAE para instalaciones de energía solar térmica.

1.12.4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

El elemento básico de los sistemas solares térmicos es el captador solar. En una primera clasificación, los captadores solares se pueden dividir según el tipo de aprovechamiento que se realice de la energía: sistemas de alta temperatura, sistemas a media temperatura y sistemas a baja temperatura, es decir, aquellos sistemas que normalmente proporcionan calor a temperatura inferior a 100°C.

Las aplicaciones a baja temperatura se utilizan principalmente para la obtención de agua caliente para usos sanitarios o como soporte a la calefacción de recintos.

El tipo de captador utilizado para el dimensionado de la instalación es el captador solar plano con cubierta vidriada selectivo es el tipo de captador que, hasta ahora, ha obtenido una mayor difusión. Su funcionamiento está basado en el principio del efecto invernadero, es decir, captar la radiación solar en su interior, transformarla en energía térmica y evitar su salida al exterior.

Los principales elementos que conforman un captador solar plano con cubierta vidriada son:

- Cubierta transparente
- Superficie absorbente

- Tubos de circulación
- Material aislante

Su principio de funcionamiento es el siguiente: la radiación solar arriba al captador, atraviesa la cubierta transparente e incide en la superficie absorbente. La finalidad de la superficie absorbente es captar la radiación solar y transmitirla en forma de energía térmica al fluido que circula en contacto con ella.

La función de la cubierta transparente es doble; por una parte reducir las pérdidas energéticas debidas a la emisión de radiación infrarroja (de longitud de onda larga) cuando se incrementa la temperatura de la placa absorbente, y por otra parte, proteger la placa absorbente de la intemperie y evitar las pérdidas por convección a causa de la acción del viento sobre la placa.

El material más utilizado en la cubierta es el vidrio, que cumple la condición de no transmitir la radiación térmica emitida por la placa; absorbe una parte y refleja la otra parte – más gran – nuevamente hacia la placa, de manera que se producen, una serie de reflexiones sucesivas. Este fenómeno se llama efecto invernadero.

La superficie absorbente es la encargada de recoger la radiación solar incidente y transmitirla a los tubos por donde circula el agua. Como todo cuerpo, cuando se calienta, emite calor en forma de longitud de onda larga, se trata de utilizar una placa que sea absorbente para radiación de onda corta (radiación solar incidente) y al mismo tiempo con una pequeña emisividad de onda larga. Esta condición se cumple en las llamadas superficies selectivas que son las usualmente utilizadas en los captadores planos. La placa absorbente suele estar pintada de color negro para favorecer su comportamiento absorbente y, normalmente, es metálica, para transmitir mejor el calor.

Por los tubos situados en contacto con la placa absorbente circula el fluido al cual se transmite la energía absorbida en la placa. El contacto entre la placa absorbente y los conductos ha de ser muy estrecho.

A continuación se nombran los principales equipos y materiales que se utilizarán para la construcción de las instalaciones propuestas.

Captadores solares

Los captadores solares habrán de cumplir con los siguientes requisitos:

Estar homologados en el Estado Español. Tener vigente el certificado y número de homologación correspondiente.

Líquido del circuito primario

El fluido del circuito primario será una mezcla de agua con una proporción o cantidad de líquido anticongelante (alcohol). Esta proporción debe asegurar un punto de congelación inferior a la temperatura mínima histórica del municipio donde esté ubicada la instalación solar térmica

Tuberías

Se dimensionarán según la normativa vigente y dispondrán de las fijaciones correspondientes cumpliendo las mismas especificaciones.

Aislamientos

Para evitar en la medida de lo posible las pérdidas de energía en el sistema de captación solar es necesario colocar aislamientos térmicos en todos los componentes del sistema.

Válvulas

Las válvulas que se utilicen serán las específicas para las instalaciones de agua caliente y tendrán las características mínimas que defina el proyectista.

Bombas de circulación

Se aplican a las tipologías de sistemas forzados para provocar la circulación del líquido térmico a través de todo el circuito.

Intercambiadores de calor

La separación entre el circuito primario y el secundario (consumo), comporta la utilización de un intercambiador, para realizar el intercambio de energía.

Acumuladores

El acumulador es un elemento que, por el coste que supone y las dimensiones que tiene, adquiere una importancia relevante en el coste final y en la vida de la instalación solar.

1.12.5. CONCLUSIONES

El Código Técnico, en toda la exigencia HE-4, no hace ninguna referencia a la simultaneidad de uso para la demanda exigida. En cambio, en las Ordenanzas Municipales de algunas capitales y municipios de España las dotaciones son muy similares a las del CTE y hacen mención a la simultaneidad de uso, basándose en una ecuación lineal cuya variable es el número de viviendas.

En este apartado cabe destacar que la obtención del coeficiente de simultaneidad real es mucho más complejo y complicado de obtener, ya que el número de variables de las que depende suelen ser del orden superior: emplazamiento, periodos, costumbres, usos, calidad de

suministro, estado de las instalaciones, temperatura del agua fría, aparatos y unidades a suministrar, etc.

1.13. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

1.13.1. DEFINICIONES INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Aislamiento de un cable: Conjunto de materiales aislantes que forman parte de un cable y cuya función específica es soportar la tensión.

Aislante: Sustancia o cuerpo cuya conductividad es nula o, en la práctica, muy débil.

Alta sensibilidad: Se consideran los interruptores diferenciales como de alta sensibilidad cuando el valor de esta es igual o inferior a 30 mA.

Aparamenta: Equipo, aparato o material previsto para ser conectado a un circuito eléctrico con el fin de asegurar una o varias de las siguientes funciones: protección, control, seccionamiento, conexión.

Aparato fijo: Es el que está instalado en forma inamovible.

Bandeja: Material de instalación constituido por un perfil, de paredes perforadas o sin perforar, destinado a soportar cables y abierto en su parte superior.

Borne o barra principal de tierra: Borne o barra prevista para la conexión a los dispositivos de puesta a tierra de los conductores de protección, incluyendo los conductores de equipotencialidad y eventualmente los conductores de puesta a tierra funcional.

Cable: Conjunto constituido por:

- Uno o varios conductores aislados
- Su eventual revestimiento individual
- La eventual protección del conjunto
- El o los eventuales revestimientos de protección que se dispongan

Puede tener, además, uno o varios conductores no aislados.

Cable unipolar: Cable que tiene un solo conductor aislado.

Canalización eléctrica: Conjunto constituido por uno o varios conductores eléctricos y los elementos que aseguran su fijación y, en su caso, su protección mecánica.

Canalización fija: Canalización instalada en forma inamovible, que no puede ser desplazada.

Canal moldura: Variedad de canal de paredes llenas, de pequeñas dimensiones, conteniendo uno o varios alojamientos para conductores.

Canal protectora: Material de instalación constituido por un perfil, de paredes llenas o perforadas, destinado a contener conductores y otros componentes eléctricos y cerrado por una tapa desmontable.

Circuito: Un circuito es un conjunto de materiales eléctricos (conductores, apareamiento, etc.) de diferentes fases o polaridades, alimentadas por la misma fuente de energía y protegidos contra las sobreintensidades por el o los mismos dispositivos de protección. No quedan incluidos en esta definición los circuitos que formen parte de los aparatos de utilización o receptores.

Conducto: Envoltura cerrada destinada a alojar conductores aislados o cables en las instalaciones eléctricas, y que permiten su reemplazamiento por tracción.

Conductor aislado: Conjunto que incluye el conductor, su aislamiento y sus eventuales pantallas.

Conductor neutro: Conductor conectado al punto de una red y capaz de contribuir al transporte de energía eléctrica.

Contacto directo: Contacto de personas o animales con partes activas de los materiales y equipos.

Contacto indirecto: Contacto de personas o animales domésticos con partes que se han puesto bajo tensión como resultado de un fallo de aislamiento.

Corte omnipolar: Corte de todos los conductores activos. Puede ser:

- Simultáneo, cuando la conexión y desconexión se efectúa al mismo tiempo en el conductor neutro o compensador y en las fases o polares.

- No simultáneo, cuando la conexión del neutro o compensador se establece antes que las de las fases o polares y se desconectan éstas antes que el neutro o compensador.

Factor de simultaneidad: Relación entre la totalidad de la potencia instalada o prevista, para un conjunto de instalaciones o de máquinas, durante un período de tiempo determinado, y las sumas de las potencias máximas absorbidas individualmente por las instalaciones o por las máquinas.

Instalación eléctrica: Conjunto de aparatos y de circuitos asociados, en previsión de un fin particular: producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

Interruptor automático: Interruptor capaz de establecer, mantener e interrumpir las intensidades de corriente de servicio, o de establecer e interrumpir automáticamente, en condiciones predeterminadas, intensidades de corriente anormalmente elevadas, tales como las corrientes de cortocircuito.

Interruptor de control de potencia y magnetotermico: Aparato de conexión que integra todos los dispositivos necesarios para asegurar de forma coordinada:

- Mando
- Protección contra sobrecargas
- Protección contra cortocircuitos

Interruptor diferencial: Aparato electromecánico o asociación de aparatos destinados a provocar la apertura de los contactos cuando la corriente diferencial alcanza un valor dado.

Línea general de distribución: Canalización eléctrica que enlaza otra canalización, un cuadro de mando y protección o un dispositivo de protección general con el origen de canalizaciones que alimentan distintos receptores, locales o emplazamientos.

Luminaria: Aparato de alumbrado que reparte, filtra o transforma la luz de una o varias lámparas y que comprende todos los dispositivos necesarios para fijar y proteger las lámparas (excluyendo las propias lámparas) y cuando sea necesario, los circuitos auxiliares junto con los medios de conexión al circuito de alimentación.

Nivel de protección (de un dispositivo de protección contra sobretensiones): Son los valores de cresta de las tensiones más elevadas admisibles en los bornes de un dispositivo de protección cuando está sometido a sobretensiones de formas normalizadas y valores asignados bajo condiciones especificadas.

Poder de corte: El poder de corte de un aparato, se expresa por la intensidad de corriente que este dispositivo es capaz de cortar, bajo una tensión de restablecimiento determinada, y en las condiciones prescritas de funcionamiento.

Potencia prevista o instalada: Potencia máxima capaz de suministrar una instalación a los equipos y aparatos conectados a ella, ya sea en el diseño de la instalación o en su ejecución, respectivamente.

Potencia nominal de un motor: Es la potencia mecánica disponible sobre su eje, expresada en vatios, kilovatios o megavatios.

Receptor: Aparato o máquina eléctrica que utiliza la energía eléctrica para un fin determinado.

Red de distribución: El conjunto de conductores con todos sus accesorios, sus elementos de sujeción, protección, etc., que une una fuente de energía con las instalaciones interiores o receptoras.

Tensión nominal (o asignada): Valor convencional de la tensión con la que se denomina un sistema o instalación y, para los que ha sido previsto su funcionamiento y aislamiento. Para los sistemas trifásicos se considera como tal la tensión compuesta.

Tensión nominal de una instalación: Tensión por la que se designa una instalación o una parte de la misma.

Tensión nominal de un aparato:

- Tensión prevista de alimentación del aparato y por la que se le designa.
- Gama nominal de tensiones: Intervalo entre los límites de tensión previstas para alimentar el aparato.

En caso de alimentación trifásica, la tensión nominal se refiere a la tensión entre fases.

Toma de tierra: Electrodo, o conjunto de electrodos, en contacto con el suelo y que asegura la conexión eléctrica con el mismo.

1.13.2. DEFINICIONES INSTALACIÓN DE ALUMBRADO

Alumbrado de emergencia: instalación de iluminación que, en caso de fallo en el alumbrado normal, suministra la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios y que éstos puedan abandonar el edificio, impida situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.

Coefficiente de transmisión luminosa del vidrio (T): porcentaje de luz natural en su espectro visible que deja pasar un vidrio. Se expresa en tanto por uno o tanto por ciento.

Eficacia luminosa: cociente entre el flujo luminoso emitido y la potencia eléctrica de la fuente. Se expresa en lm/W (lúmenes/vatio).

Equipo auxiliar: equipos eléctricos o electrónicos asociados a la lámpara, diferentes para cada tipo de lámpara. Su función es el encendido y control de las condiciones de funcionamiento de una lámpara.

Estos equipos auxiliares, salvo cuando son electrónicos, están formados por combinación de arrancador/ cebador, balasto y condensador.

Factor de mantenimiento (F_m): cociente entre la iluminancia media sobre el plano de trabajo después de un cierto periodo de uso de una instalación de alumbrado y la iluminancia

media obtenida bajo la misma condición para la instalación considerada como nueva.

Iluminancia: cociente del flujo luminoso $d\phi$ incidente sobre un elemento de la superficie que contiene el punto, por el área dA de ese elemento, siendo la unidad de medida el lux.

Iluminación de acento: iluminación diseñada para aumentar considerablemente la iluminancia de un área limitada o de un objeto con relación a la de su entorno, con alumbrado difuso mínimo.

Iluminación general: iluminación sustancialmente uniforme de un espacio sin tener en cuenta los requisitos locales especiales

Iluminancia inicial ($E_{inicial}$): iluminancia media cuando la instalación es nueva.

Iluminancia media en el plano horizontal (E): iluminancia promedio sobre el área especificada.

El número mínimo de puntos a considerar en su cálculo, estará en función del índice del local (K) y de la obtención de un reparto cuadrículado simétrico.

Iluminancia media horizontal mantenida (E_m): valor por debajo del cual no debe descender la iluminancia media en el área especificada. Es la iluminancia media en el período en el que debe ser realizado el mantenimiento.

Lámpara: fuente construida para producir una radiación óptica, generalmente visible.

Luminaria: aparato que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o varias lámparas y que, además de los accesorios necesarios para fijarlas, protegerlas y conectarlas al circuito eléctrico de alimentación contiene, en su caso, los equipos auxiliares necesarios para su funcionamiento, definida y regulada en la norma UNE EN 60598-1:1998.

Perdida de equipo auxiliar: potencia máxima de entrada al equipo auxiliar, que será diferente para cada potencia nominal y tipo de lámpara.

Potencia nominal de lámpara: potencia de funcionamiento de entrada a la lámpara.

Potencia total del conjunto lámpara más equipo auxiliar: potencia máxima de entrada de los circuitos equipo auxiliar-lámpara, medidos en las condiciones definidas en las normas UNE EN 50294:1999 y UNE en 60923:1997.

Reflectancias: cociente entre el flujo radiante o luminoso reflejado y el flujo incidente en las condiciones dadas. Se expresa en tanto por ciento o en tanto por uno.

Sistema de control y regulación: conjunto de dispositivos, cableado y componentes destinados a controlar de forma automática o manual el encendido y apagado o el flujo luminoso de una instalación de iluminación. Se distinguen 4 tipos fundamentales:

- a) regulación y control bajo demanda del usuario, por interruptor manual, pulsador, potenciómetro o mando a distancia;
- b) regulación de iluminación artificial según aporte de luz natural por ventanas, cristaleras, lucernarios o claraboyas;
- c) control del encendido y apagado según presencia en la zona;
- d) regulación y control por sistema centralizado de gestión.

Valor de eficiencia energética de la instalación (VEED): valor que mide la eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona de actividad diferenciada, cuya unidad de medida es (W/m^2) por cada 100 lux.

1.13.3. DEFINICIONES INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN

Cerramiento: Elemento constructivo del edificio que lo separa del exterior, ya sea aire, terreno u otros edificios.

Componentes del edificio: Se entienden por componentes del edificio los que aparecen en su envolvente edificatoria: cerramientos, huecos y puentes térmicos.

Condiciones higrotérmicas: Son las condiciones de temperatura seca y humedad relativa que prevalecen en los ambientes exterior e interior para el cálculo de las condensaciones intersticiales.

Demanda energética: Es la energía necesaria para mantener en el interior del edificio unas condiciones de confort definidas reglamentariamente en función del uso del edificio y de la zona climática en la que se ubique. Se compone de la demanda energética de calefacción, correspondientes a los meses de la temporada de calefacción y de refrigeración respectivamente.

Emisividad: Capacidad relativa de una superficie para radiar calor. Los factores de emisividad van de 0,0 (0%) hasta 1,0 (100%).

Espacio habitable: Espacio formado por uno o varios recintos habitables contiguos con el mismo uso y condiciones térmicas equivalentes agrupados a efectos de cálculo de demanda energética.

Espacio no habitable: Espacio formado por uno o varios recintos no habitables contiguos con el mismo uso y condiciones térmicas equivalentes agrupados a efectos de cálculo de demanda energética.

Factor de sombra: Es la fracción de la radiación incidente en un hueco que no es bloqueada por la presencia de obstáculos de fachada tales como retranqueos, voladizos, toldos, salientes laterales u otros.

Factor de temperatura de la superficie interior: Es el cociente entre la diferencia de temperatura superficial interior y la del ambiente exterior y la diferencia de temperatura del ambiente interior y exterior.

Factor solar: Es el cociente entre la radiación solar a incidencia normal que se introduce en el edificio a través del acristalamiento y la que se introduciría si el acristalamiento se sustituyese por un hueco perfectamente transparente.

Factor solar modificado: Producto del factor solar por el factor de sombra.

Grados-día: Grados-día de un período determinado de tiempo es la suma, para todos los días de ese período de tiempo, de la diferencia entre una temperatura fija, o base de los grados-día, y la temperatura media del día, cuando esa temperatura media diaria sea inferior a la temperatura base.

Hueco: Es cualquier elemento semitransparente de la *envolvente del edificio*. Comprende las ventanas y puertas acristaladas.

Humedad relativa: Es la fracción de la presión de saturación que representa la presión parcial del vapor de agua en el espacio o ambiente exterior en estudio. Se tiene en cuenta en el cálculo de las condensaciones, superficiales e intersticiales en los cerramientos.

Partición interior: Elemento constructivo del edificio que divide su interior en recintos independientes. Pueden ser verticales u horizontales (suelos y techos).

Permeabilidad al aire: Es la propiedad de una ventana o puerta de dejar pasar el aire cuando se encuentra sometida a una presión diferencial. La permeabilidad al aire se caracteriza por la capacidad de paso del aire, expresada en m³/h, en función de la diferencia de presiones.

Puente térmico: Se consideran puentes térmicos las zonas de la envolvente del edificio en las que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento, de los materiales empleados, por penetración de elementos constructivos con diferente conductividad, etc., lo que conlleva necesariamente una minoración de la resistencia térmica respecto al resto de los cerramientos. Los puentes térmicos son partes sensibles de los edificios donde aumenta la posibilidad de producción de condensaciones superficiales, en la situación de invierno o épocas frías.

Recinto habitable: Recinto interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Se consideran recintos habitables los siguientes:

- a) habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc.) en edificios residenciales;
- b) aulas, bibliotecas, despachos, en edificios de uso docente;
- c) quirófanos, habitaciones, salas de espera, en edificios de uso sanitario;
- d) oficinas, despachos; salas de reunión, en edificios de uso administrativo;
- e) cocinas, baños, aseos, pasillos y distribuidores, en edificios de cualquier uso;
- f) zonas comunes de circulación en el interior de los edificios;
- g) cualquier otro con un uso asimilable a los anteriores.

Recinto no habitable: Recinto interior no destinado al uso permanente de personas o cuya ocupación, por ser ocasional o excepcional y por ser bajo el tiempo de estancia, sólo exige unas condiciones de salubridad adecuadas. En esta categoría se incluyen explícitamente como no habitables los garajes, trasteros, las cámaras técnicas y desvanes no acondicionados, y sus zonas comunes.

Régimen de invierno: Condiciones de uso del edificio que prevalecen durante la temporada de calefacción.

Régimen de verano: Condiciones de uso del edificio que prevalecen durante la temporada de refrigeración.

Severidad climática: La severidad climática de una localidad es el cociente entre la demanda energética de un edificio cualquiera en dicha localidad y la correspondiente al mismo edificio en una localidad de referencia. En la presente reglamentación se ha tomado Madrid como localidad de referencia, siendo, por tanto, su severidad climática la unidad. Se define una severidad climática para verano y una para invierno.

Temporada de calefacción: En la presente Sección se extiende, como mínimo, de diciembre a febrero.

Temporada de refrigeración: En la presente Sección se extiende de junio a septiembre.

Transmitancia térmica: Es el flujo de calor, en régimen estacionario, dividido por el área y por la diferencia de temperaturas de los medios situados a cada lado del elemento que se considera.

1.13.4. DEFINICIONES INSTALACIÓN DE SEGURIDAD FRENTE INCENDIOS

Altura de evacuación: Máxima diferencia de cotas entre un origen de evacuación y la salida de edificio que le corresponda. A efectos de determinar la altura de evacuación de un edificio no se consideran las plantas en las que únicamente existan zonas de ocupación nula.

Carga de fuego: Suma de las energías caloríficas que se liberan en la combustión de todos los materiales combustibles existentes en un espacio (contenidos del edificio y elementos constructivos) (UNE-EN 1991-1-2:2004).

Densidad de carga de fuego: Carga de fuego por unidad de superficie construida q_f , o por unidad de superficie de toda la envolvente, incluidas sus aberturas, (UNE-EN 1991-1-2:2004)

Densidad de carga de fuego de cálculo: Densidad de carga de fuego considerada para determinar las acciones térmicas en el cálculo en situación de incendio. Su valor tiene en cuenta las incertidumbres. (UNE-EN 1991-1-2:2004)

Escalera abierta al exterior: Escalera que dispone de huecos permanentemente abiertos al exterior que, en cada planta, acumulan una superficie de $5A \text{ m}^2$, como mínimo, siendo A la anchura del tramo de la escalera, en m. Cuando dichos huecos comuniquen con un patio, las dimensiones de la proyección horizontal de éste deben admitir el trazado de un círculo inscrito de 15 m de diámetro.

Puede considerarse como escalera especialmente protegida sin que para ello precise disponer de vestíbulos de independencia en sus accesos.

Escalera especialmente protegida: Escalera que reúne las condiciones de escalera protegida y que además dispone de un vestíbulo de independencia diferente en cada uno de sus accesos desde cada planta. La existencia de dicho vestíbulo de independencia no es necesaria, ni cuando se trate de una escalera abierta al exterior, ni en la planta de salida del edificio, cuando la escalera comunique con un sector de riesgo mínimo.

Escalera protegida: Escalera de trazado continuo desde su inicio hasta su desembarco en planta de salida del edificio que, en caso de incendio, constituye un recinto suficientemente seguro para permitir que los ocupantes puedan permanecer en el mismo durante un determinado tiempo. Para ello debe reunir, además de las condiciones de seguridad de utilización exigibles a toda escalera (véase DB-SU 1-4) las siguientes:

1. Es un recinto destinado exclusivamente a circulación y compartimentado del resto del edificio mediante elementos separadores EI 120. Si dispone de fachadas, éstas deben cumplir las condiciones establecidas en el capítulo 1 de la Sección SI 2 para limitar el riesgo de transmisión exterior del incendio desde otras zonas del edificio o desde otros edificios. En la planta de salida del edificio la escalera puede carecer de compartimentación cuando comunique con un sector de riesgo mínimo.
2. El recinto tiene como máximo dos accesos en cada planta, los cuales se realizan a través de puertas EI 60-C5 y desde espacios de circulación comunes y sin ocupación propia.

Además de dichos accesos, pueden abrir al recinto de la escalera protegida locales destinados a aseo y limpieza, así como los ascensores, siempre que las puertas de estos últimos abran, en todas sus plantas, al recinto de la escalera protegida considerada o a un vestíbulo de independencia.

En el recinto también pueden existir tapas de registro de patinillos o de conductos para instalaciones, siempre que estas sean EI 60.

3. En la planta de salida del edificio, la longitud del recorrido desde la puerta de salida del recinto de la escalera, o en su defecto desde el desembarco de la misma, hasta una salida de edificio no debe exceder de 15 m, excepto cuando dicho recorrido se realice por un sector de riesgo mínimo, en cuyo caso dicha longitud debe ser la que con carácter general se establece para cualquier origen de evacuación de dicho sector.
4. El recinto cuenta con protección frente al humo, mediante una de las siguientes opciones:
 - a) Ventilación natural mediante ventanas practicables o huecos abiertos al exterior con una superficie de ventilación de al menos 1 m² en cada planta.
 - b) Ventilación mediante conductos independientes de entrada y de salida de aire, dispuestos exclusivamente para esta función y que cumplen las condiciones siguientes:
 - la superficie de la sección útil total es de 50 cm² por cada m³ de recinto, tanto para la entrada como para la salida de aire; cuando se utilicen conductos rectangulares, la relación entre los lados mayor y menor no es mayor que 4.
 - las rejillas tienen una sección útil de igual superficie y relación máxima entre sus lados que el conducto al que están conectadas;
 - en cada planta, las rejillas de entrada de aire están situadas a una altura sobre el suelo menor que 1 m y las de salida de aire están enfrentadas a las anteriores y a una altura mayor que 1,80 m.
 - c) Sistema de presión diferencial conforme a EN 12101-6:2005.

Origen de evacuación: Es todo punto ocupable de un edificio, exceptuando el interior de las viviendas, así como de todo aquel recinto, o de varios comunicados entre sí, en los que la densidad de ocupación no exceda de 1 persona/10 m² y cuya superficie total no exceda de 50 m², como pueden ser las habitaciones de hotel, residencia u hospital, los despachos de oficinas, etc.

Los puntos ocupables de los locales de riesgo especial y de las zonas de ocupación *nula* se consideran origen de evacuación y deben cumplir los límites que se establecen para la longitud de los recorridos de evacuación hasta las salidas de dichos espacios, cuando se trate de zonas de riesgo especial, y, en todo caso, hasta las salidas de planta, pero no es preciso tomarlos en consideración a efectos de determinar la altura de evacuación de un edificio o el número de ocupantes.

Pasillo protegido: Pasillo que, en caso de incendio, constituye un recinto suficientemente seguro para permitir que los ocupantes puedan permanecer en el mismo durante un determinado tiempo. Para ello dicho recinto debe reunir, además de las condiciones de seguridad de utilización exigibles a todo pasillo (véase DB-SU 1 y 2), unas condiciones de seguridad equivalentes a las de una escalera protegida.

Si su ventilación es mediante ventanas o huecos, su superficie de ventilación debe ser como mínimo $0,2L \text{ m}^2$, siendo L la longitud del pasillo en m.

Si la ventilación se lleva a cabo mediante conductos de entrada y de salida de aire, éstos cumplirán las mismas condiciones indicadas para los conductos de las escaleras protegidas. Las rejillas de entrada de aire deben estar situadas en un paramento del pasillo, a una altura menor que 1 m y las de salida en el otro paramento, a una altura mayor que 1,80 m y separadas de las anteriores 10 m como máximo.

El pasillo debe tener un trazado continuo que permita circular por él hasta una escalera protegida o especialmente protegida, hasta un sector de riesgo mínimo o bien hasta un punto situado a 15 m de una salida de edificio, como máximo.

Reacción al fuego: Respuesta de un material al fuego medida en términos de su contribución al desarrollo del mismo con su propia combustión, bajo condiciones específicas de ensayo (DPC - DI2).

Salida de planta: Es alguno de los siguientes elementos, pudiendo estar situada, bien en la planta considerada o bien en otra planta diferente:

1. El arranque de una escalera no protegida que conduce a una planta de salida del edificio, siempre que no tenga un ojo o hueco central con un área en planta mayor que $1,30 \text{ m}^2$. Sin embargo, cuando la planta esté comunicada con otras por huecos diferentes de los de las escaleras, el arranque de escalera antes citado no puede considerarse salida de planta.
2. Una puerta de acceso a una escalera protegida, a un pasillo protegido o a un vestíbulo de independencia de una escalera especialmente protegida, con capacidad suficiente y que conduce a una salida de edificio.

Cuando se trate de una salida de planta desde una zona de hospitalización o de tratamiento intensivo, dichos elementos deben tener una superficie de al menos de 0,70 m² o 1,50 m², respectivamente, por cada ocupante. En el caso de escaleras, dicha superficie se refiere a la del rellano de la planta considerada, admitiéndose su utilización para actividades de escaso riesgo, como salas de espera, etc.

3. Una puerta de paso, a través de un vestíbulo de independencia, a un sector de incendio diferente que exista en la misma planta, siempre que:

- el sector inicial tenga otra salida de planta que no conduzca al mismo sector alternativo.
- el sector alternativo tenga una superficie en zonas de circulación suficiente para albergar a los ocupantes del sector inicial, a razón de 0,5 m²/pers, considerando únicamente los puntos situados a menos de 30 m de recorrido desde el acceso al sector. En uso Hospitalario dicha superficie se determina conforme a los criterios indicados en el punto 2 anterior.
- la evacuación del sector alternativo no confluya con la del sector inicial en ningún otro sector del edificio, excepto cuando lo haga en un sector de riesgo mínimo.

4. Una salida de edificio.

Salida de edificio: Puerta o hueco de salida a un espacio exterior seguro. En el caso de establecimientos situados en áreas consolidadas y cuya ocupación no exceda de 500 personas puede admitirse como salida de edificio aquella que comunique con un espacio exterior que disponga de dos recorridos alternativos que no excedan de 50 m hasta dos espacios exteriores seguros.

Salida de emergencia: Salida de planta o de edificio prevista para ser utilizada exclusivamente en caso de emergencia y que está señalizada de acuerdo con ello.

Sistema de alarma de incendios: Sistema que permite emitir señales acústicas y/o visuales a los ocupantes de un edificio (UNE 23007-1:1996, EN 54-1:1996). (Nota: Su función se corresponde con la del denominado "Sistema de comunicación de alarma" según el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios y puede estar integrada junto con la del sistema de detección de incendios en un mismo sistema.)

Sistema de detección de incendios: Sistema que permite detectar un incendio en el tiempo más corto posible y emitir las señales de alarma y de localización adecuadas para que puedan adoptarse las medidas apropiadas (UNE 23007-1:1996, EN 54-1:1996). (Nota: Su función se corresponde con las de los denominados "Sistema automático de detección de incendios" y "Sistema manuales de alarma de incendios" según el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios y puede estar integrada junto con la del sistema de alarma de incendios, en un mismo sistema.)

Superficie útil: Superficie en planta de un recinto, sector o edificio ocupable por las personas. En uso Comercial, cuando no se defina en proyecto la disposición de mostradores, estanterías, cajas registradoras y, en general, de aquellos elementos que configuran la implantación comercial de un establecimiento, se tomará como superficie útil de las zonas destinadas al público, al menos el 75% de su superficie construida.

Tiempo equivalente de exposición al fuego: Es el tiempo de exposición a la curva normalizada tiempo-temperatura que se supone que tiene un efecto térmico igual al de un incendio real en el sector de incendio considerado (UNE-EN 1991-1-2:2004).

Uso Pública Concurrencia: Edificio o establecimiento destinado a alguno de los siguientes usos: cultural (destinados a restauración, espectáculos, reunión, deporte, esparcimiento, auditorios, juego y similares), religioso y de transporte de personas.

Las zonas de un establecimiento de pública concurrencia destinadas a usos subsidiarios, tales como oficinas, aparcamiento, alojamiento, etc., deben cumplir las condiciones relativas a su uso.

Ventilación forzada: Extracción de humos mediante el uso de ventiladores mecánicos.

Ventilación natural: Extracción de humos basada en la fuerza ascensional de éstos debida a la diferencia de densidades entre masas de aire a diferentes temperaturas.

1.13.5. DEFINICIONES INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUA

Acometida: tubería que enlaza la instalación general del edificio con la red exterior de suministro.

Ascendentes (o montantes): Tuberías verticales que enlazan el distribuidor principal con las instalaciones interiores particulares o derivaciones colectivas.

Caudal instantáneo: volumen de agua suministrado por unidad de tiempo.

Caudal instantáneo mínimo: caudal instantáneo que debe recibir los aparatos sanitarios con independencia del estado de funcionamiento.

Caudal simultáneo: caudal que se produce por el funcionamiento lógico simultáneo de aparatos de consumo o unidades de suministro.

Contadores divisionarios: aparatos que miden los consumos particulares de cada abonado y el de cada servicio que así lo requiera en el edificio. En general se instalarán sobre las baterías.

Contador general: aparato que mide la totalidad de los consumos producidos en el edificio.

Derivación de aparato: tubería que enlaza la derivación particular o una de sus ramificaciones con un aparato de consumo.

Derivación particular: tubería que enlaza el montante con las derivaciones de aparato, directamente o a través de una ramificación.

Diámetro nominal: número convencional que sirve de referencia y forma parte de la identificación de los diversos elementos que se acoplan entre sí en una instalación, pudiéndose referir al diámetro interior o al diámetro exterior. Vienen especificados en las normas UNE correspondientes a cada tipo de tubería.

Distribuidor principal: Tubería que enlaza los sistemas de control de la presión y las ascendentes o derivaciones.

Espesor nominal: número convencional que se aproxima al espesor del tubo.

Instalación general: conjunto de tuberías y elementos de control y regulación que enlazan la acometida con las instalaciones interiores particulares y las derivaciones colectivas.

Instalación interior particular: parte de la instalación comprendida entre cada contador y los aparatos de consumo del abonado correspondiente.

Red de tuberías, llaves y dispositivos que discurren por el interior de la propiedad particular, desde la llave de paso hasta los correspondientes puntos de consumo. Estará compuesta de:

- llave de paso: que permitirá el corte del suministro a toda ella
- derivaciones particulares: tramo de canalización comprendido entre la llave de paso y los ramales de enlace.
- ramales de enlace: tramos que conectan la derivación particular con los distintos puntos de consumo.
- puntos de consumo: todo aparato o equipo individual o colectivo que requiera suministro de agua fría para su utilización directa o para su posterior conversión en ACS.

Local húmedo: local en el que existen aparatos que consumen agua, alimentados por las derivaciones de aparato de la instalación interior particular.

Llave de paso: llave colocada en el tubo de alimentación que pueda cortarse el paso del agua hacia el resto de la instalación interior.

Llave de registro: llave colocada al final de la acometida para que pueda cerrarse el paso del agua hacia la instalación interior.

Pasamuros: orificio que se practica en el muro de un cerramiento del edificio para el paso de una tubería, de modo que ésta quede suelta y permita la libre dilatación.

Presión de servicio: presión manométrica del suministro de agua a la instalación en régimen estacionario.

Presión de trabajo: valor de la presión manométrica interna máxima para la que se ha diseñado el tubo, considerando un uso continuado de 50 años.

Presión nominal: número convencional que coincide con la presión máxima de trabajo a 20 °C.

Purgado: consiste en eliminar o evacuar el aire de las tuberías de la instalación.

Tubo de alimentación: Tubería que enlaza la llave de corte general y los sistemas de control y regulación de la presión o el distribuidor principal.

Válvula de retención: dispositivo que impide automáticamente el paso de un fluido en sentido contrario al normal funcionamiento de la misma.

Válvula de seguridad: dispositivo que se abre automáticamente cuando la presión del circuito sube por encima del valor de tarado, descargando el exceso de presión a la atmósfera. Su escape será reconducido a desagüe.

1.13.6. DEFINICIONES INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE GAS

Accesibilidad grado 1: Se entiende que un dispositivo tiene accesibilidad grado 1 cuando su manipulación puede realizarse sin abrir cerraduras, y el acceso o manipulación, sin disponer de escaleras o medios mecánicos especiales.

Accesibilidad grado 2: Se entiende que un dispositivo tiene accesibilidad grado 2 cuando está protegido por armario, registro practicable o puerta, provistos de cerradura con llave normalizada. Su manipulación debe poder realizarse sin disponer de escaleras o medios mecánicos especiales.

Accesibilidad grado 3: Se entiende que un dispositivo tiene accesibilidad grado 3 cuando para la manipulación se precisan escaleras o medios mecánicos especiales o bien que para acceder a él hay que pasar por zona privada o que aun siendo común sea de uso privado.

Acometida: Es la parte de la canalización de gas comprendida entre la red de distribución o la llave de salida en el caso de depósitos de almacenamiento de gases licuados fijos o móviles, y la llave de acometida incluida ésta. No forma parte de la instalación receptora.

Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave de acometida, excluida ésta y la llave o llaves de edificio, incluidas éstas.

Aparato a gas de circuito abierto: Son aquellos aparatos en los que el aire necesario para la combustión se toma de la atmósfera del local en el que se encuentran instalados.

Aparatos a gas de circuito estanco: Son aquellos aparatos en los que el circuito de combustión (entrada de aire, cámara de combustión y salida de productos de la combustión) no tienen comunicación alguna con la atmósfera del local en el que se encuentran instalados.

Armario: Es aquel recinto con puertas cuya capacidad se limita a la de contener los contadores de gas y su instalación, no pudiendo entrar personas en él. Tendrá las dimensiones suficientes para poder instalar, mantener y sustituir los contadores.

Conducto técnico: Es el conducto continuo construido en general en las proximidades de los rellanos de un edificio, de forma y dimensiones adecuadas para contener en cada planta el o los contadores/reguladores que dan servicio exclusivo de gas a las viviendas.

Conexión de aparato: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave de conexión al aparato, excluida ésta, y el propio aparato, excluido éste.

Conexión flexible de seguridad: Es el conjunto formado por un tubo flexible y un dispositivo obturador de seguridad (combinado o no con una llave de paso), concebido de forma tal que, en caso de desconectarse el tubo flexible, se interrumpa el paso de gas.

Conjunto de regulación: Se llaman así los accesorios que se instalan conjuntamente con el regulador, incluido éste, tales como llaves de corte, filtro, tomas de presión, tubería de conexión, etcétera. Cuando este conjunto va alojado en el interior de un armario se le denomina armario de regulación.

Cortatiro: Dispositivo situado en el circuito de evacuación de los productos de combustión de un aparato y destinado a disminuir la influencia del tiro y del retroceso sobre el funcionamiento del quemador y la combustión.

Corte automático de gas: Sistema que permite el corte de suministro de gas a la recepción de una determinada señal procedente de un detector de fugas de gas, de una central de alarmas o de cualquier otro dispositivo previsto como elemento de seguridad en la instalación. La reapertura del suministro sólo será posible mediante un rearme manual.

Chimenea general del edificio: Se entiende por chimenea general del edificio un conducto especialmente diseñado para la ventilación y/o evacuación de los productos de la

combustión de gas que teniendo sus conexiones con locales del edificio tiene una salida única a nivel superior a la cubierta del edificio.

Detector de fugas de gas: Es un aparato que detecta la presencia de gas en el aire y que a una determinada concentración emite una señal de aviso que puede incluso poner en funcionamiento un sistema automático de corte de gas.

Empresa suministradora: Es la empresa titular de una concesión de servicio público de suministro de gas que realiza la entrega del fluido en las instalaciones receptoras del o de los usuarios, sea desde una red de distribución, sea en envases o depósitos móviles de G.L.P., o bien a los depósitos fijos de almacenamiento que abastecen a aquellas instalaciones receptoras.

Empresa instaladora: Empresa instaladora es toda empresa legalmente establecida que incluyendo en su objeto social las actividades de montaje, reparación, mantenimiento y revisión de instalaciones de gas y cumpliendo los requisitos mínimos establecidos, acreditados mediante el correspondiente certificado de empresa instaladora de gas emitido por los servicios competentes en materia de industria de la Comunidad Autónoma, se encuentra inscrita en el registro correspondiente y está autorizada para realizar las operaciones de su competencia, ajustándose a la reglamentación vigente y, en su defecto, de acuerdo con las reglas de una buena actuación profesional.

Instalación común: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave del edificio o la llave de acometida si aquella no existe, excluida ésta y las llaves de abonado, incluidas éstas.

Instalación individual: Es el conjunto de condiciones y accesorios comprendidos entre la llave de abonado, o la llave de acometida o la llave de edificio, según el caso, si se suministra a un solo abonado, excluida ésta y las llaves de conexión al aparato, incluidas éstas.

Instalación receptora de gas: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave de acometida, excluida ésta, y las llaves de conexión al aparato, incluidas éstas. Quedan en consecuencia excluidos de la instalación receptora los tramos de tubería de conexión (conexión comprendida entre la llave de conexión al aparato y el aparato) y los propios aparatos de utilización.

No tendrán el carácter de instalación receptora, las instalaciones alimentadas por un único envase o depósito móvil de gases licuados del petróleo de contenido unitario inferior a los 15 kilogramos, conectado por tubería flexible o acoplado directamente a un solo aparato de utilización móvil.

Una instalación receptora puede suministrar a varios edificios, siempre y cuando éstos estén ubicados en terrenos de una misma propiedad.

En el caso más general, una instalación receptora se compone de: la acometida interior, la o las instalaciones comunes y las instalaciones individuales de cada usuario.

Local destinado a usos colectivos o comerciales: Es aquel local al que habitualmente concurren personas ajenas al mismo para recibir o desarrollar determinados servicios o actividades o aquel en el que se ubican calderas de uso comunitario.

Tendrán esta consideración locales tales como: edificios institucionales, restaurantes, hoteles, salas de fiestas, cines, oficinas, escuelas, cuarteles, hospitales, locales de culto religioso, almacenes, mercados, comercios o locales similares, quedando incluidos aquellos locales industriales donde se utilice maquinaria a escala artesanal.

Llave de abonado: Llave de abonado o llave de inicio de la instalación individual del usuario es el dispositivo de corte que, perteneciendo a la instalación común, establece el límite entre ésta y la instalación individual y que puede interrumpir el paso de gas a una sola instalación individual, debiendo ser esta llave accesible desde zonas de propiedad común, salvo en el caso que exista una autorización expresa de la empresa suministradora.

En el caso de que la instalación individual esté alimentada desde envases o depósitos móviles de gases licuados del petróleo de contenido inferior a 15 kilogramos cada uno, y equipados con reguladores con dispositivo de corte incorporado, este dispositivo de corte se entenderá que cumple la función de llave de abonado o llave de inicio de la instalación individual del usuario.

Llave de acometida: Es el dispositivo de corte más próximo o en el mismo límite de propiedad, accesible desde el exterior de la propiedad e identificable, que puede interrumpir el paso de gas a la instalación receptora.

En las instalaciones con depósito de almacenamiento de gases licuados fijos o móviles que no hayan precisado de concesión administrativa, se entenderá como llave de acometida la llave de edificio.

En instalaciones con depósitos de almacenamiento de gases de producción propia o de subproductos de otras producciones, se entenderá como llave de acometida la válvula o llave de salida de la instalación de almacenamiento.

Llave de conexión al aparato: Llave de conexión al aparato es el dispositivo de corte que formando parte de la instalación individual está situado lo más próximo posible a la conexión de cada aparato a gas y que puede interrumpir el paso del gas al mismo. Debe estar ubicada en el mismo local que el aparato.

La llave de conexión al aparato no debe confundirse con la llave de válvula de mando de corte que lleva incorporado el propio aparato.

La llave de conexión al aparato debe existir en todos los casos salvo que se trate de instalaciones individuales en las que se utilice un depósito móvil de gases licuados del petróleo,

de contenido inferior a 15 kilogramos equipado de un regulador con dispositivo de corte incorporado y acoplado a un solo aparato situado en el mismo local que el depósito.

Llave de contador: Es aquella que está colocada inmediatamente a la entrada del contador.

Llave de edificio: Es el dispositivo de corte más próximo o en el muro de cerramiento de un edificio, accionable desde el exterior del mismo, que puede interrumpir el paso de gas a la instalación común que suministra a varios usuarios ubicados en el mismo edificio.

En las instalaciones que dispongan de estación de regulación y/o medida, hará las funciones de llave de edificio el dispositivo de corte situado lo más próximo posible a la entrada de dicha estación, accionable desde el exterior del recinto que delimita la estación, y que puede interrumpir el paso de gas a la citada estación de regulación y/o medida.

Llave de regulador: Es aquella que situada muy próxima a la entrada del regulador permite el cierre del paso del gas al mismo.

Presión de servicio: Es la presión a la cual trabaja una instalación receptora en un momento determinado. Su valor no puede exceder a la presión máxima de servicio.

Presión máxima de servicio: Es la presión máxima a la cual puede trabajar un tramo y/o la totalidad de la instalación receptora en función de su diseño.

Regulador de presión: Es aquel dispositivo que permite reducir una presión de gas comprendida entre unos límites determinados a otra constante.

Soldadura blanda: Es aquella soldadura en la que la temperatura de fusión del metal de aporte es inferior a 500° C.

Soldadura fuerte: Es aquella soldadura en la que la temperatura de fusión del metal de aporte es igual o superior a 500° C.

Tubo flexible: Es aquel tubo que se puede doblar o estirar fácilmente sin que se alteren sus características mecánicas.

Vaina: Es una funda de material adecuado a la función que se utiliza para proteger, cuando sea necesario, las tuberías de las instalaciones receptoras.

Válvula de seguridad (V.S.) por máxima presión: Se entiende por V.S. por máxima presión, aquel dispositivo que tiene por función cerrar el paso del gas, en el aparato o instalación en que esté colocado, cuando la presión de gas exceda de un valor predeterminado.

Válvula de seguridad (V.S.) por mínima presión: Se entiende por V.S. por mínima presión, aquel dispositivo que tiene por función cerrar el paso de gas, en el aparato o instalación en que esté colocado, cuando la presión del gas está por debajo de un valor predeterminado.

1.13.7. DEFINICIONES INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Acometida: conjunto de conducciones, accesorios y uniones instalados fuera de los límites del edificio, que enlazan la red de evacuación de éste a la red general de saneamiento o al sistema de depuración.

Aguas pluviales: aguas procedentes de precipitación natural, básicamente sin contaminar.

Aguas residuales: las aguas residuales que proceden de la utilización de los aparatos sanitarios comunes de los edificios.

Altura de cierre hidráulico: la altura de la columna de agua que habría que evacuar de un sifón completamente lleno antes de que, a la presión atmosférica, los gases y los olores pudiesen salir del sifón hacia el exterior.

Aparato sanitario: dispositivo empleado para el suministro local de agua para uso sanitario en los edificios, así como para su evacuación.

Aparatos sanitarios domésticos: elementos pertenecientes al equipamiento higiénico de los edificios que están alimentados por agua y son utilizados para la limpieza o el lavado, tales como bañeras, duchas, lavabos, bidés, inodoros, urinarios, fregaderos, lavavajillas y lavadoras automáticas.

Aparatos sanitarios industriales: aparatos sanitarios de uso específico en cocinas comerciales, lavanderías, laboratorios, hospitales, etc.

Bajantes: canalizaciones que conducen verticalmente las aguas pluviales desde los sumideros sifónicos en cubierta y los canalones y las aguas residuales desde las redes de pequeña evacuación e inodoros hasta la arqueta a pie de bajante o hasta el colector suspendido.

Cierre hidráulico: o sello hidráulico, es un dispositivo que retiene una determinada cantidad de agua que impide el paso de aire fétido desde la red de evacuación a los locales donde están instalados los aparatos sanitarios, sin afectar el flujo del agua a través de él.

Coeficiente de rugosidad “n”: es un coeficiente adimensional que depende de la rugosidad, grado de suciedad y diámetro de la tubería.

Colector: canalización que conduce las aguas desde las bajantes hasta la red de alcantarillado público.

Cota de evacuación: diferencia de altura entre el punto de vertido más bajo en el edificio y el de conexión a la red de vertido. En ocasiones será necesaria la colocación de un sistema de bombeo para evacuar parte de las aguas residuales generadas en el edificio.

Diámetro exterior: diámetro exterior medio de la tubería en cualquier sección transversal.

Diámetro interior: diámetro interior medio de la tubería en cualquier sección transversal.

Diámetro nominal: designación numérica de la dimensión que corresponde al número redondeado más aproximado al valor real del diámetro, en mm.

Flujo en conducciones horizontales: depende de la fuerza de gravedad que es inducida por la pendiente de la tubería y la altura del agua en la misma. El flujo uniforme se alcanza cuando el agua ha tenido tiempo suficiente de llegar a un estado en el que la pendiente de su superficie libre es igual a la de la tubería.

Flujo en conducciones verticales: depende esencialmente del caudal, función a su vez del diámetro de la tubería y de la relación entre la superficie transversal de la lámina de agua y la superficie transversal de la tubería.

Longitud efectiva: de una red de ventilación, es igual a la longitud equivalente dividida por 1,5, para incluir sin pormenorizar, las pérdidas localizadas por elementos singulares de la red.

Longitud equivalente: de una red de ventilación, depende del diámetro de la tubería, de su coeficiente de fricción y del caudal de aire (función a su vez del caudal de agua), expresándose:

$$L = 2,58 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{d^5}{(f \cdot q^2)}$$

Siendo:

D: diámetro de la tubería, en mm.

F: coeficiente de fricción, adimensional.

q: caudal de aire, en dm³/s.

Para una presión de 250 Pa.

Manguito de dilatación: accesorio con la función de absorber las dilataciones y contracciones lineales de las conducciones provocadas por cambios de temperatura.

Manguito intermedio: accesorio destinado a compensar las diferencias de dimensión o de material en las uniones entre tuberías.

Nivel de llenado: Relación entre la altura del agua y el diámetro interior de la tubería.

Período de retorno: o frecuencia de la lluvia, es el número de años en que se considera se superará una vez como promedio la intensidad de lluvia máxima adoptada.

Pozo general del edificio: punto de conexión entre las redes privada y pública, al que acometen los colectores procedentes del edificio y del que sale la acometida a la red general.

Radio hidráulico: o profundidad hidráulica, es la relación entre la superficie transversal del flujo y el perímetro mojado de la superficie de la tubería. Para tuberías de sección circular y con flujo a sección llena o a mitad de la sección, la profundidad hidráulica media es igual a un cuarto del diámetro de la conducción.

Red de evacuación: conjunto de conducciones, accesorios y uniones utilizados para recoger y evacuar las aguas residuales y pluviales de un edificio.

Red de pequeña evacuación: parte de la red de evacuación que conduce los residuos desde los cierres hidráulicos, excepto de los inodoros, hasta las bajantes.

Red general de saneamiento: conjunto de conducciones, accesorios y uniones utilizados para recoger y evacuar las aguas residuales y pluviales de los edificios.

Reflujo: Flujo de las aguas en dirección contraria a la prevista para su evacuación.

Salto hidráulico: diferencia entre el régimen de velocidad en la canalización vertical y la canalización horizontal, que conlleva un considerable incremento de la profundidad de llenado en la segunda. Depende de la velocidad de entrada del agua en el *colector* horizontal, de la pendiente del mismo, de su diámetro, del caudal existente y de la rugosidad del material.

Sifonamiento: fenómeno de expulsión del agua fuera del sello hidráulico por efecto de las variaciones de presión en los sistemas de evacuación y ventilación.

Sistema de depuración: instalación destinada a la realización de un tratamiento de las aguas residuales previo a su vertido.

Sistema de desagüe: es el formado por los equipos y componentes que recogen las aguas a evacuar y las conducen al exterior de los edificios.

Sistema de elevación y bombeo: conjunto de dispositivos para la recogida y elevación automática de las aguas procedentes de una red de evacuación o de parte de la misma, hasta la cota correspondiente de salida al alcantarillado.

Sistema separativo: aquel en el que las derivaciones, bajantes y colectores son independientes para aguas residuales y pluviales.

Tubería de ventilación: tubería destinada a limitar las fluctuaciones de presión en el interior del sistema de tuberías de descarga.

Unidad de desagüe: es un caudal que corresponde a $0,47 \text{ dm}^3/\text{s}$ y representa el peso que un aparato sanitario tiene en la evaluación de los diámetros de una red de evacuación.

Válvula de retención o antirretorno: dispositivo que permite el paso del fluido en un solo sentido, impidiendo los retornos no deseados.

Válvula de aireación: válvula que permite la entrada de aire en el sistema pero no su salida, a fin de limitar las fluctuaciones de presión dentro del sistema de desagüe.

Ventilación primaria: subsistema que tiene como función la evacuación del aire en la bajante para evitar sobrepresiones y subpresiones en la misma durante su funcionamiento y consiste en la prolongación de la bajante por encima de la última planta hasta la cubierta de forma que quede en contacto con la atmósfera exterior y por encima de los recintos habitables.

1.13.8. DEFINICIONES INSTALACIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA PARA ACS

Captador solar térmico: dispositivo diseñado para absorber la radiación solar y transmitir la energía térmica así producida a un fluido de trabajo que circula por su interior.

Carcasa: es el componente del captador que conforma su superficie exterior, fija la cubierta, contiene y protege a los restantes componentes del colector y soporta los anclajes del mismo.

Cerramiento: función que realizan los captadores cuando constituyen el tejado o la fachada de la construcción arquitectónica, debiendo garantizar la debida estanqueidad y aislamiento térmico.

Circuito primario: circuito del que forman parte los captadores y las tuberías que los unen, en el cual el fluido recoge la energía solar y la transmite.

Circuito secundario: circuito en el que se recoge la energía transferida del circuito primario para ser distribuida a los puntos de consumo.

Circuito de consumo: circuito por el que circula agua de consumo.

Circulación natural: cuando el movimiento del fluido entre los captadores y el intercambiador del depósito de acumulación se realiza por convección y no de forma forzada.

Depósitos solares conectados en serie invertida: depósitos conectados de forma que el sentido de circulación del agua de consumo es contrario al sentido de circulación de calentamiento del agua solar.

Depósitos solares conectados en paralelo con el circuito secundario equilibrado: depósitos conectados en paralelo de forma que el sentido de circulación del agua de consumo es contrario al sentido de circulación de calentamiento del agua solar.

Elementos de sombreado: cuando los captadores protegen a la construcción arquitectónica de la sobrecarga térmica causada por los rayos solares, proporcionando sombras en el tejado o en la fachada del mismo.

Integración arquitectónica de los captadores: cuando los captadores cumplen una doble función, energética y arquitectónica (revestimiento, cerramiento o sombreado) y, además, sustituyen a elementos constructivos convencionales o son elementos constituyentes de la composición arquitectónica.

Irradiancia solar: potencia radiante incidente por unidad de superficie sobre un plano dado. Se expresa en kW/m^2 .

Irradiación solar: energía incidente por unidad de superficie sobre un plano dado, obtenida por integración de la irradiancia durante un intervalo de tiempo dado, normalmente una hora o un día. Se mide en kWh/m^2 .

Pérdidas por orientación: cantidad de irradiación solar no aprovechada por el sistema captador a consecuencia de no tener la orientación óptima.

Pérdidas por inclinación: cantidad de irradiación solar no aprovechada por el sistema captador a consecuencia de no tener la inclinación óptima.

Pérdidas por sombras: cantidad de irradiación solar no aprovechada por el sistema captador a consecuencia de la existencia de sombras sobre el mismo en algún momento del día.

Radiación solar: es la energía procedente del sol en forma de ondas electromagnéticas.

1.13.9. PRINCIPALES ABREVIATURAS

UDL: Universitat de Lleida.

EPS: Escola Politècnica Superior.

PFC: Projecte Final de Carrera.

CTE: Código técnico Edificación.

DB: Documento Básico.

CPI: Condiciones de Protección contra Incendios.

NBE: Norma básica en la edificación.

ISO: sigla para International Standardization Organization

(Organització Internacional per l'estandarització).

WWW: World Wide Web.

IP: una protección del propio equipo contra penetración de agentes ambientales sólidos y líquidos (Código IP).

IK: una protección del propio equipo contra los impactos mecánicos externos (Código IK).

UNE: Una Norma Española.

UNE-EN: Una Norma Española - Norma Europea.

AENOR: Asociación Española de normalización y certificación.

RITE: Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

REBT: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

ITC-BT: Instrucción Técnica Complementarias de Baja Tensión.

BT: Baja tensión.

ICP: Interruptor de control de potencia.

CGP: Caja general de protección.

CPM: Caja general de protección y medida.

PVC: Poli cloruro de vinilo.

L: Longitud del tramo, en metros.

Un: Tensión de línea, en voltios.

Pcal: Potencia de cálculo, en vatios.

In: Intensidad de cálculo, en amperios.

Scal: Sección calculada por calentamiento, en mm².

Scdt: Sección calculada por caída de tensión, en mm².

Sadp: Sección adoptada, en mm².

CdtTr: Caída de tensión en el tramo, en porcentaje (%).

CdtAc: Caída de tensión acumulada, en porcentaje (%).

Nx: número de luminarias en el eje transversal.

Ny: número de luminarias en el eje longitudinal

Em: iluminancia media.

VEEI: Valor de la eficiencia energética de la instalación.

U_M: transmitancia térmica de muros de fachada.

U_c: transmitancia térmica de cubiertas.

U_s: transmitancia térmica de suelos.

U_T: transmitancia térmica de cerramientos en contacto con el terreno.

U_H: transmitancia térmica de huecos.

F_H: factor solar modificado de huecos.

F_L: factor solar modificado de lucernarios.

U_{MD}: transmitancia térmica de medianerías.

U_{Mm}: Transmitancia media de muros de fachada para cada orientación

HE: Ahorro de energía.

U: transmitancia térmica del cerramiento.

RT: Resistencia térmica total

ρ : Densidad (kg/m³)

V: Velocidad (m/s).

P_v : Presión dinámica (Pa).
 h_p : Pérdida de carga (m.c.a.).
 f : Factor de fricción.
 L : Longitud resistente de la conducción (m).
 Q : Caudal que circula por la conducción (m^3/s).
 g : Aceleración de la gravedad (m/s^2).
 D : Diámetro interior de la conducción (m).
 SI : Seguridad frente incendios.
 BIE : Bocas de Incendio Equipadas.
 PCI : Protección contra incendios.
 RF : Resistencia al fuego.
 ACS : Agua caliente sanitaria.
 AF : Agua fría
 PE : Polietileno.
 GN : Gas Natural.
 MP : Media presión.
 BP : Baja presión.
 Q_N : Caudal nominal del aparato a gas expresado en m^3/h .
 $G.C.$: Gasto calorífico del aparato a gas referido al P.C.S. expresado en Kcal/h.
 $P.C.S.$: Poder calorífico superior del gas expresado en Kcal/ m^3 .
 V : Bajante.

1.13.10. RELACIÓN DE TABLAS, IMÁGENES, GRÁFICOS Y FÓRMULAS UTILIZADAS EN LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

Imagen 1.4.1. Detalle ventana de doble hoja con cámara de aire y carpintería de PVC. (Pág. 32)
Imagen 1.4.2. Forjado unidireccional con vigueta autoportante de hormigón pretensado. (Pág. 33)
Imagen 1.4.3. Esquema de montaje oculto del falso techo de escayola. (Pág. 34)
Imagen 1.4.4. Detalle en sección de la terraza. (Pág. 37)
Imagen 1.4.5. Capas de cubierta plana invertida transitable (terraza). (Pág. 37)
Imagen 1.4.6. Detalle en sección de la cubierta. (Pág. 39)
Imagen 1.4.7. Capas de la cubierta plana invertida no transitable. (Pág. 39)
Tabla 1.5.1. Circuitos de la instalación eléctrica en baja tensión. (Pág. 43)
Imagen 1.5.1. Instalación de enlace para un solo usuario. (Pág. 50)
Imagen 1.5.2. Caja general de protección y medida (CPM) con acometida subterránea. (Pág. 50)
Tabla 1.6.1. Exigencias de iluminación por zonas. (Pág. 61)
Tabla 1.6.2. Nivel de iluminancia media de cada zona. (Pág. 62)
Imagen 1.6.1. Tipos de luminarias según la dirección de su flujo luminoso. (Pág. 67)
Tabla 1.6.3. Modelos corrientes de luminarias y sus principales características. (Pág. 70)
Tabla 1.6.4. Luminarias instaladas en cada zona. (Pág. 74)
Tabla 1.7.1. Recintos a climatizar (Pág. 98)

- Tabla 1.7.2. Diámetro mínimo conexiones tubería de agua para climatización. (Pág. 106)
- Tabla 1.7.3. Tuberías de vaciado circuito climatización. (Pág. 107)
- Tabla 1.7.4. Características técnicas de lo fan-coil instalados en el local. (Pág. 109)
- Imagen 1.7.1. Forma del chorro rotacional según el modo de difusión. (Pág. 110)
- Tabla 1.7.5. Soportes horizontales de los conductos de fibra. (Pág. 112)
- Tabla 1.7.6. Soportes para conductos rectangulares. (Pág. 113)
- Imagen 1.7.2. Instalación al exterior ventiladores serie Decor. (Pág. 117)
- Imagen 1.8.1. Contenedor/ armario del agente extintor Ansul mediante gas R 102. (Pág. 129)
- Imagen 1.8.2. Sistema Ansul R 102 para aparatos individuales, caso campana mural. (Pág. 131)
- Imagen 1.8.3. Sistema Ansul R 102 para protección solapada, caso campana isla. (Pág. 132)
- Tabla 1.9.1 Unidades de consumo de agua. (Pág. 135)
- Tabla 1.9.2. Consumo de agua de la instalación. (Pág. 136)
- Tabla 1.9.3. Consumo de agua caliente sanitaria de la instalación. (Pág. 136)
- Tabla 1.9.4. Características del PVC. (Pág. 144)
- Imagen 1.9.1. Unión enchufe-cilíndrico, tuberías de PVC. (Pág. 145)
- Imagen 1.9.2. Unión con manguito, tuberías de PVC. (Pág. 145)
- Tabla 1.9.5. Características técnicas del Termo eléctrico. (Pág. 147)
- Tabla 1.10.1. Consumo de gas del restaurante. (Pág. 150)
- Imagen 1.10.1. Esquema general de la instalación. (Pág. 150)
- Tabla 1.10.2. Material de aportación soldadura dura de cobre. (Pág. 153)
- Tabla 2.1.1. Líneas de fuerza y alumbrado. (Pág. 236)
- Tabla 2.1.2. Tipos de tarifas y tarifa elegida. (Pág. 243)
- Imagen 2.1.1. Caja general de protección (CGP) con acometida subterránea. (Pág. 247)
- Imagen 2.1.2. Instalación de enlace para un solo usuario. (Pág. 247)
- Imagen 2.1.3. Caja general de protección y medida (CPM) con acometida subterránea. (Pág. 248)
- Expresión 2.1.1. (Pág. 250)
- Expresión 2.1.2. (Pág. 252)
- Tabla 2.1.3. Sección mínima de los conductores. (Pág. 254)
- Tabla 2.1.4. Resistencia de aislamiento según el tipo de instalación. (Pág. 255)
- Tabla 2.1.5. Elección de las canalizaciones. (Pág. 256)
- Tabla 2.1.6. Situación de las canalizaciones. (Pág. 257)
- Tabla 2.1.7. Tensión de aguante a impulsos. (Pág. 264)
- Expresión 2.1.3. (Pág. 267)
- Tabla 2.1.8. Potencia del motor y su relación de arranque y marcha. (Pág. 269)
- Tabla 2.1.9. Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra. (Pág. 271)
- Expresión 2.1.4. – 2.1.5. (Pág. 272)
- Expresión 2.1.6. (Pág. 273)
- Expresión 2.1.7. – 2.1.9. (Pág. 274)
- Tabla 2.2.1. Zonas para el cálculo de iluminación y sus características. (Pág. 348)

- Imagen 2.2.1. Proceso a seguir para diseñar la instalación de alumbrado interior. (Pág. 249)
- Imagen 2.2.2. Altura normal hasta el plano de trabajo. (Pág. 350)
- Tabla 2.2.2. Iluminancia media según el tipo de local. (Pág. 351)
- Tabla 2.2.3. Tipo de lámpara según la actividad desarrollada. (Pág. 352)
- Tabla 2.2.4. Tipos de alumbrado. (Pág. 352)
- Imagen 2.2.3. Altura de suspensión de las luminarias. (Pág. 353)
- Tabla 2.2.5. Cálculo de la altura de las luminarias. (Pág. 353)
- Tabla 2.2.6. Cálculo del índice del local o recinto según las dimensiones del mismo. (Pág. 354)
- Tabla 2.2.7. Coeficientes de reflexión. (Pág. 354)
- Tabla 2.2.8. Factor de utilización según el tipo de luminaria. (Pág. 355)
- Tabla 2.2.9. Factor de mantenimiento según el ambiente del local. (Pág. 355)
- Expresión 2.2.1. – 2.2.4. (Pág. 356)
- Imagen 2.2.4. Distancia de separación entre luminarias. (Pág. 357)
- Imagen 2.2.5. Distancia entre luminarias según su altura. (Pág. 357)
- Tabla 2.2.10. Distancia entre luminarias. (Pág. 357)
- Expresión 2.2.5. (Pág. 358)
- Imagen 2.2.6. Iluminancia en un punto. (Pág. 358)
- Expresión 2.2.6. – 2.2.7. (Pág. 359)
- Imagen 2.2.7. Componentes de la iluminancia en un punto. (Pág. 359)
- Expresión 2.2.8. (Pág. 359)
- Expresión 2.2.9. -2.2.10. (Pág. 360)
- Imagen 2.2.8. Componentes de la iluminancia de fuentes de luz puntuales. (Pág. 360)
- Expresión 2.2.11. – 2.2.14. (Pág. 360)
- Imagen 2.2.9. Iluminancia en un punto. (Pág. 361)
- Expresión 2.2.15. (Pág. 361)
- Expresión 2.2.16. (Pág. 361)
- Imagen 2.2.10. Matriz de intensidades. (Pág. 362)
- Expresión 2.2.17. (Pág. 362)
- Tabla 2.2.11. Valor por local o recinto de la Eficiencia Energética de la Instalación. (Pág. 364)
- Gráfico 2.2.1. Mapa de iluminación en la zona de entrada. (Pág. 368)
- Gráfico 2.2.2. Mapa de iluminación en la zona de la barra planta baja. (Pág. 371)
- Gráfico 2.2.3. Mapa de iluminación en la zona del comedor principal 1. (Pág. 373)
- Gráfico 2.2.4. Mapa de iluminación en la zona del comedor principal 2. (Pág. 376)
- Gráfico 2.2.5. Mapa de iluminación en la zona del comedor principal 3. (Pág. 379)
- Gráfico 2.2.6. Mapa de iluminación en la zona de escaleras, acceso a la primera planta. (Pág. 381)
- Gráfico 2.2.7. Mapa de iluminación en la zona del pasillo de evacuación del comedor principal. (Pág. 384)
- Gráfico 2.2.8. Mapa de iluminación en la zona del pasillo de lavabos. (Pág. 387)
- Gráfico 2.2.9. Mapa de iluminación en la sala lavabo minusválidos. (Pág. 389)
- Gráfico 2.2.10. Mapa de iluminación en la sala lavabo caballeros planta baja. (Pág. 392)

Gráfico 2.2.11. Mapa de iluminación en la sala lavabo señoras planta baja. (Pág. 394)
Gráfico 2.2.12. Mapa de iluminación en la zona de cocina. (Pág. 397)
Gráfico 2.2.13. Mapa de iluminación en la zona de paso de cocina. (Pág. 400)
Gráfico 2.2.14. Mapa de iluminación en la zona de estanterías de cocina. (Pág. 403)
Gráfico 2.2.15. Mapa de iluminación en la sala de repostería. (Pág. 406)
Gráfico 2.2.16. Mapa de iluminación en la sala de preparación de platos fríos. (Pág. 409). Gráficos 2.2.17 – 2.2.32. (Págs. 412 – 457).
Tabla 2.3.1. Recintos del local. (Pág. 463)
Tabla 2.3.2. Recintos a climatizar. (Pág. 463)
Tabla 2.3.3. Caudales de aire por local, personas y área. (Pág. 465)
Tabla 2.3.4. Caudal de ventilación de los recintos. (Pág. 466)
Tabla 2.3.5. Número de renovaciones del aire según el local. (Pág. 467)
Tabla 2.3.6. Caudal aire exterior. (Pág. 468)
Tabla 2.3.7. Caudal mínimo aire extracción. (Pág. 469)
Tabla 2.3.8. Valores límites de los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica. (Pág. 470)
Tabla 2.3.9. Zonificación climática. (Pág. 472)
Tabla 2.3.10. Cálculo y comparación de los parámetros característicos medios. (Pág. 474)
Imagen 2.3.1. Esquema de la envolvente térmica de un edificio. (Pág. 475)
Tabla 2.3.11. Factor de temperatura de la superficie interior mínimo $f_{Rsi,min}$. (Pág. 476)
Expresión 2.3.2. – 2.3.4. (Pág. 476)
Tabla 2.3.12. Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en m^2K/W . (Pág. 477)
Tabla 2.3.13. Resistencias térmicas de cámaras de aire en $m^2 K/W$. (Pág. 477)
Expresión 2.3.5. (Pág. 478)
Tabla 2.3.14. Transmitancia térmica U_S en $W/m^2 K$. (Pág. 478)
Expresión 2.3.6. (Pág. 478)
Expresión 2.3.7. (Pág. 479)
Tabla 2.3.15. Absortividad del marco para radiación solar α . (Pág. 479)
Tabla 2.3.16. Factor de sombra para obstáculos de fachada: Retranqueo. (Pág. 480)
Imagen 2.3.2. Envolvente térmica del edificio. (Pág. 482)
Imagen 2.3.3. Clasificación de los espacios del edificio. (Pág. 483)
Expresión 2.3.9. (Pág. 483)
Imagen 2.3.4. Capas del cerramiento exterior, fachada. (Pág. 484)
Imagen 2.3.5. Ambientes y resistencia superficiales del cerramiento. (Pág. 484)
Tabla 2.3.17. Características de los materiales que forman el cerramiento de fachada. (Pág. 485)
Expresión 2.3.10. (Pág. 485)
Tabla 2.3.18. Resistencia térmica total de las fachadas. (Pág. 486)
Tabla 2.3.19. Superficie de muro de cálculo total. (Pág. 486)
Expresión 2.3.11.-2.3.14. (Págs. 487 – 488)
Tabla 2.3.20. Datos climáticos mensuales de Lleida, T en $^{\circ}C$ y HR en $\%$. (Pág. 488)
Expresión 2.3.15. - 2.3.19. (Pág. 488 - 489)

Tabla 2.3.21. Factores condicionantes de las cargas térmicas. (Pág. 490)

Expresión 2.3.20. – 2.3.35. (Pág. 491 - 499)

Tabla 2.4.1. Compartimentación en sectores de incendio, pública concurrencia. (Pág. 543)

Tabla 2.4.2. Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio. (Pág. 544)

Tabla 2.4.3. Clasificación de los locales y zonas de riesgo especial integrados en edificios, caso que nos afecta. (Pág. 545)

Tabla 2.4.4. Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios. (Pág. 546)

Imagen 2.4.1. (Pág. 550)

Tabla 2.4.5. Densidades de ocupación en pública concurrencia. (Pág. 551)

Tabla 2.4.6. Dimensionado de los elementos de la evacuación. (Pág. 553)

Tabla 2.4.7. Capacidad de evacuación de las escaleras en función de su anchura. (Pág. 555)

Tabla 2.4.8. Dotación de instalaciones de protección contra incendios en pública concurrencia. (Pág. 559)

Tabla 2.4.9. Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales. (Pág. 562)

Tabla 2.4.10. Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales de zonas de riesgo especial integradas en los edificios. (Pág. 563)

Tabla 2.5.1. Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato. (Pág. 570)

Tabla 2.5.2. Suministro de agua fría. (Pág. 571)

Tabla 2.5.3. Suministro de agua caliente sanitaria. (Pág. 571)

Figura 2.5.1. Esquema de red con contador general. (Pág. 572)

Tabla 2.5.4. Dimensiones del armario y de la cámara del contador general. (Pág. 578)

Tabla 2.5.5. Diámetros mínimos de derivaciones a aparatos. (Pág. 579)

Expresión 2.5.3. – 2.5.4. (Pág. 590)

Expresión 2.5.5. (Pág. 593)

Expresión 2.5.6. – 2.5.7. (Pág. 594)

Expresión 2.5.8. – 2.5.9. (Pág. 595)

Expresión 2.5.10. – 2.5.13. (Pág. 596)

Tabla 2.5.6. Volumen del acumulador. (Pág. 597)

Expresión 2.5.14. (Pág. 597)

Tabla 2.5.7. Potencia de la caldera. (Pág. 598)

Imagen 2.6.1. Acometida de Polietileno. (Pág. 626)

Imagen 2.6.2. Zanja de la acometida sin refuerzo mecánico. (Pág. 627)

Imagen 2.6.3. Banda de plástico tuberías enterradas de gas. (Pág. 627)

Imagen 2.6.4. Distancias entre tuberías paralelas. (Pág. 628)

Imagen 2.6.5. Distancias entre tuberías transversales. (Pág. 628)

Tabla 2.6.1. Tarifas publicadas en el BOE nº 312 de 29 de diciembre de 2007, vigentes desde el 1 de enero de 2008. El cobro del alquiler mensual por las entidades propietarias de los aparatos contadores supone la obligación por parte de dichas entidades de realizar por su cuenta el mantenimiento de los mismos. (Pág. 629)

Tabla 2.6.2. Tarifas gas. (Pág. 630)

Tabla 2.6.3. Distancias de separación de tuberías vista de gas a otras tuberías. (Pág. 630)

Imagen 2.6.6. Tubería vista. (Pág. 630)

Imagen 2.6.7. Tubería en vaina de acero. (Pág. 631)

Imagen 2.6.8. Situación del regulador. (Pág. 632)

Imagen 2.6.9. Tipos de fijación de tuberías de cobre vistas. (Pág. 634)

Tabla 2.6.4. Separación máxima de los elementos de sujeción. (Pág. 635)

Imagen 2.6.10. Distancia entre tubería de gas y pared. (Pág. 636)

Imagen 2.6.11. Distancia entre tubería de gas y techo. (Pág. 637)

Imagen 2.6.12. Distancia entre tubería de gas y rincón vertical. (Pág. 637)

Imagen 2.6.13. Distancia entre tubería de gas y rincón horizontal. (Pág. 638)

Tabla 2.6.5. Superficie mínima de las entradas de aire. (Pág. 649)

Tabla 2.6.6. Superficie mínima de las entradas de aire. (Pág. 649)

Tabla 2.6.7. Distancias mínimas con otras tuberías. (Pág. 651)

Tabla 2.6.8. Cálculo del volumen mínimo. (Pág. 654)

Expresión 2.6.1. – 2.6.2. (Pág. 661)

Expresión 2.6.3. (Pág. 662)

Tabla 2.6.9. Factor de simultaneidad en función del nº de viviendas o locales. (Pág. 662)

Expresión 2.6.4. (Pág. 662)

Expresión 2.6.5. (Pág. 663)

Expresión 2.6.6. – 2.6.9 (Pág. 664)

Expresión 2.6.10. – 2.6.12. (Pág. 665)

Expresión 2.6.13. (Pág. 666)

Tabla 2.7.1. Unidades de diferentes aparatos sanitarios. (Pág. 712)

Tabla 2.7.2. Diámetro de ramales colectores entre aparatos sanitarios y sus bajantes. (Pág. 713)

Tabla 2.7.3. Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UD. (Pág. 713)

Tabla 2.7.4. Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada. (Pág. 714)

Tabla 2.7.5. Número de sumideros en función de la superficie de cubierta. (Pág. 714)

Tabla 2.7.6. Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h. (Pág. 715)

Tabla 2.7.7. Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h. (Pág. 715)

Tabla 2.7.8. Dimensiones de las arquetas. (Pág. 715)

Expresión 2.7.1. (Pág. 716)

Tabla 2.7.9. Distancia entre abrazaderas. (Pág. 719)

Expresión 2.7.2. (Pág. 727)

Expresión 2.8.1. (Pág. 745)

Gráfico 2.8.1. Pérdidas de carga por rozamiento. (Pág. 747)

Expresión 2.8.2. (Pág. 748)

Expresión 2.8.3. (Pág. 748)

Expresión 2.8.4. (Pág. 748)

Expresión 2.8.5. (Pág. 749)

Expresión 2.8.6. (Pág. 749)
Expresión 2.8.7. (Pág. 749)
Imagen 2.8.1. Tablas de los valores del coeficiente C para codos a 90°. (Pág. 750)
Imagen 2.8.2. Tabla de los valores del coeficiente C para codos a bisel. (Pág. 751)
Imagen 2.8.3. Tabla de los valores del coeficiente C para codos achaflanados. (Pág. 751)
Imagen 2.8.4. Esquema de relaciones en la derivación. (Pág. 752)
Tabla 2.8.1. Tabla de los valores del coeficiente C en la derivación. (Pág. 752)
Tabla 2.8.2. Tabla de los valores del coeficiente C en el conducto principal. (Pág. 752)
Imagen 2.8.4. Tabla de los valores del coeficiente C para reducciones. (Pág. 753)
Gráfico 2.8.2. Pérdidas de carga longitudinales para los conductos de ventilación de cocinas. (Pág. 755)
Gráfico 2.8.3. Curvas características del ventilador elegido S&P CHGT/4-560/5-26°-750W. (Pág. 759)
Expresión 2.8.8. (Pág. 760)
Gráfico 2.8.4. Pérdidas de carga longitudinales en los conductos de extracción. (Pág. 763)
Gráfico 2.8.5. Pérdidas de carga longitudinales en los conductos de extracción derivación campanas. (Pág. 764)
Gráfico 2.8.6. Coeficiente de pérdida por aumento de sección. (Pág. 766)
Gráfico 2.8.7. Coeficiente de pérdida en la captación de campanas extractoras. (Pág. 768)
Gráfico 2.8.8. Curvas características del ventilador de extracción CVHT-18/18. (Pág. 770)
Tabla 2.9.1. Contribución solar mínima en %. Caso general. (Pág. 774)
Tabla 2.9.2. Contribución solar mínima en %. Caso efecto Joule. (Pág. 774)
Tabla 2.9.3. Demanda de referencia a 60°C. (Pág. 775)
Tabla 2.9.4. Radiación solar global. (Pág. 775)
Imagen 2.9.1. Zonas climáticas. (Pág. 776)
Expresión 2.9.1. (Pág. 776)
Expresión 2.9.2. (Pág. 777)
Imagen 2.9.2. Orientación e inclinación de los módulos. (Pág. 777)
Expresión 2.9.3. (Pág. 778)
Expresión 2.9.4. (Pág. 778)
Imagen 2.9.3. Porcentaje de energía respecto al máximo como consecuencia de las pérdidas por orientación e inclinación. (Pág. 779)
Imagen 2.9.4. Diagrama de trayectorias del sol. (Pág. 780)
Imagen 2.9.5. Ángulo de acimut. (Pág. 781)
Imagen 2.9.6. Vista en planta del restaurante y el edificio de viviendas. (Pág. 782)
Tabla 2.9.5. Azimut e inclinación de los puntos de medida. (Pág. 783)
Imagen 2.9.7. Teodolito. (Pág. 783)
Tabla 2.9.6. Factor de llenado mediante el teodolito. (Pág. 783)
Tabla 2.9.7. Tabla de referencia del factor de llenado del teodolito. (Pág. 784)
Expresión 2.9.5. (Pág. 784)

Tabla 2.9.7. Valores de k según la latitud del lugar. (Pág. 785)

Imagen 2.9.8. Imagen de la distancia entre captadores. (Pág. 785)

1.14. PLANIFICACIÓN

1.14.1. PLANIFICACIÓN

Para la realización del proyecto se planifican cinco fases de trabajo claramente diferenciadas, cada una dividida en varias tareas.

La forma en que se realizarán estas tareas se producirá de formar lineal. Partimos fundamentalmente de la normativa vigente y de la base del diseño y dimensiones del local y sus dependencias, ya que a partir de éstas se proyectarán todas las instalaciones comprendidas en el presente proyecto. Por ejemplo para proyectar la instalación eléctrica, previamente tendremos que conocer el tipo y consumo del alumbrado de las estancias del local, el consumo de toda la maquinaria de la zona de cocina, así como el gasto eléctrico de la instalación de climatización y ventilación.

1.14.2. DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS

1. Estudio de las necesidades de un restaurante, en concreto de las instalaciones básicas de habitabilidad.
 - Búsqueda de la información y de la normativa vigente.
 - Análisis de la información y de la normativa vigente.
 - Síntesis de la información y de la normativa vigente.
2. Estudio de la distribución e instalaciones del restaurante.
 - Diseño y distribuciones en planta del local.
 - Descripción de los espacios.
 - Descripción de las instalaciones.
 - Análisis de las necesidades.
3. Selección de las características del sistema.
 - Definición de las especificaciones del sistema.
 - Análisis de las diferentes posibilidades.
 - Comparativa de las diferentes alternativas y selecciones.
4. Definición de la instalación.
 - Selección de los elementos necesarios.

- Distribución de los elementos del sistema.
- Definición de las características topológicas del sistema.
- Definición de las funciones de los elementos del sistema.
- Análisis de las afecciones.

5. Redacción de la memoria, anexos y del proyecto en general.

- Redacción de la memoria.
- Redacción de los anexos.
- Redacción del estado de mediciones y presupuesto.
- Redacción del pliego de condiciones.
- Dibujo de los planos.
- Revisión de los documentos.
- Impresión y encuadernación de los documentos.

1.15. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

1.15.1. REQUISITOS DE DISEÑO

Los requisitos de diseño son los datos necesarios para dimensionar las instalaciones a proyectar y realizar a partir de éstos los cálculos pertinentes, hasta obtener los resultados deseados.

Cada instalación constará de una memoria general, en la cual se mostrarán los valores de partida para el correcto desarrollo y dimensionado de las instalaciones.

Mostramos a continuación la referencia de la obtención de los principales valores o datos de inicio para el dimensionado de las instalaciones.

- Diseño de la estructura:

Ubicación dentro del plano general de Lleida (normativa/usuario).

Diseño en planta y alzado del edificio (usuario).

Distribución y medidas de las dependencias del local (usuario).

Diseño del tipo de cerramientos (normativa/usuario).

Diseño de adaptación para salvar barreras arquitectónicas (usuario/normativa).

Elementos estructurales del edificio (usuario/normativa).

- Instalación eléctrica:

Previsión de cargas (usuario).

Potencias de cada equipo (usuario).

MEMORIA

Tensión con la que se alimenta cada equipo (usuario).

Tomas de fuerza (usuario).

Longitud de conductos eléctricos (usuario).

Recorrido de los diferentes circuitos (usuario).

Tipo de protección de líneas (normativa).

Tipo de líneas (monofásica/trifásica) (usuario).

Ubicación de contadores (normativa).

- Instalación de alumbrado:

Visibilidad de las estancias (normativa/usuario).

Diseño lumínico por zonas (usuario).

Número de luminarias (usuario).

Potencia luminarias (usuario).

Tipo de luminarias (usuario).

Iluminación de emergencia (normativa).

- Instalación de climatización y ventilación:

Temperaturas externas e internas (normativa).

Humedad exterior e interna (normativa).

Diferencia de temperaturas máximas (normativa).

Grados día (normativa).

Zona climática (normativa).

Horarios de funcionamiento (usuario).

Tipo de trabajo que se realiza (usuario).

Dimensiones del local a climatizar (usuario).

Orientación del local (usuario).

Tipo de materiales de los cerramientos y su orientación (usuario).

Velocidad interior del aire (usuario).

Número de difusores a instalar (usuario).

Número de climatizadoras y ventiladores de extracción (usuario).

Renovaciones hora del local (normativa/usuario).

- Instalación de protección contra incendios:

Ocupación del local (normativa).

Definición zonas de riesgo (normativa)

Recorridos de evacuación (normativa).

Elementos de señalización (normativa).

Situación elementos de protección frente incendios (normativa).

Tipo de elementos de protección frente incendios (normativa).

- Instalación de suministro de agua:

Aparatos de consumo de la instalación (usuario).
Consumo de los aparatos (normativa).
Necesidad de Agua Caliente Sanitaria (usuario/normativa).
Ubicación de los elementos de preparación de ACS (usuario).
Circuito de retorno de la instalación de ACS (normativa).
Uso de elementos para ACS, como cable calefactor (usuario).
Recorrido de los tramos de la instalación (usuario).
Materiales y aislamiento de los tramos de la instalación (normativa).
Ubicación de contadores (normativa).
Situación arqueta y conexión con la red de suministro general (normativa).

- Instalación de gas:

Aparatos de consumo de la instalación (usuario).
Consumo de los aparatos (usuario).
Recorrido de los tramos de la instalación (usuario).
Materiales de los tramos de la instalación (normativa).
Necesidad e instalación de elementos de ventilación (normativa).
Ubicación de contadores (normativa).
Protección frente al riesgo de fugas y explosión (normativa).
Tipo y características de la instalación de gas del local (normativa).
Conexión con la red de suministro de gas (normativa).

- Instalación de saneamiento:

Recogida según procedencia, fecales o negras y pluviales (usuario).
Aparatos de consumo de la instalación (usuario).
Consumo de los aparatos (normativa).
Recorrido de los tramos de la instalación (usuario).
Materiales de los tramos de la instalación (normativa).
Situación de las bajantes (normativa).
Situación arqueta hacia la red de evacuación general (normativa).
Colocación de separador de grasas y aceites (usuario).
Conexión a la red de alcantarillado tanto de fecales como pluviales si existiera (normativa).

1.15.2. ANÁLISIS DE LAS SOLUCIONES

En la exposición y ordenación de los parámetros consignados en el presente proyecto, hemos procurado facilitar todos los datos y cálculos necesarios para que se pueda tener una idea de las características de las instalaciones proyectadas.

MEMORIA

Se han analizado los casos más apropiados para las instalaciones de este tipo, y se han elegido las opciones más adecuadas según las preferencias que mencionamos a continuación.

Lo más importante, junto con elegir una determinada solución es la de satisfacer las necesidades energéticas que a priori se habían planteado según la normativa del CTE y sus documentos básicos DB, así como otra normativa, para que todo funcione correctamente y se cumplan los requisitos mínimos.

A la hora de elegir los equipos, nos hemos decantado por la elección de marcas de gran reconocimiento en su campo, aunque ligeramente más caras. Para desarrollar este proyecto se ha tenido presente la viabilidad del tipo funcional tanto como la económica.

La obtención de una instalación económica y no solo a corto plazo, es un término a tener en cuenta, y es por esto que se ha intentado buscar el tipo de instalación más eficiente posible. A pesar de ello, la razón principal de la realización de un proyecto de estas características, es la de garantizar un alumbrado, una ventilación y climatización suficientes, un suministro de agua adecuado, una red apropiada de saneamiento, una instalación eléctrica y de gas correctas y unas protecciones en caso de incendio seguras. Al fin y al cabo lo primero a tener en cuenta, es garantizar a pesar de averías, desperfectos y demás percances, la seguridad de las personas dentro del local.

Finalmente, podemos concluir que la zona dónde se sitúa esta actividad es idónea para la implantación de un local de restauración de estas características, pero no se determina en este proyecto su viabilidad, pues se trata de un restaurante de grandes dimensiones.

Lleida, septiembre del 2009

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL AUTOR DEL PROYECTO
Firmado: Borja Rubio Rodríguez

ANEXOS DEL PROYECTO

INDICE PARTICULAR ANEXOS

ÍNDICE PARTICULAR DE LOS ANEXOS

ANEXO I.....	234
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN	234
2.1. ANEXO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN	235
2.1.1. Introducción	235
2.1.2. Instalaciones generales	235
2.1.2.1. Previsión de carga.....	235
2.1.2.2. Descripción de la instalación.....	235
2.1.2.3. Potencia instalada	236
2.1.2.4. Potencia a contratar	239
2.1.2.4.1. Medición de la potencia de consumo	240
2.1.2.4.2. Instalación del maxímetro	240
2.1.2.4.3. Funcionamiento del maxímetro.....	241
2.1.2.4.4. Facturación mediante maxímetro	242
2.1.2.4.5. Tipo de tarifa para la demanda eléctrica.....	242
2.1.3. Características de la instalación eléctrica	243
2.1.3.1. Instalaciones en locales de pública concurrencia	243
2.1.3.2. Acometida	245
2.1.3.3. CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN	246
2.1.3.3.1. Emplazamiento e instalación.....	246
2.1.3.4. CAJA DE PROTECCIÓN Y MEDIDA.....	247
2.1.3.4.1. Emplazamiento e instalación.....	248
2.1.3.4.2. Tipos y características	248
2.1.3.5. Contador	248
2.1.3.5.1. Generalidades	248
2.1.3.5.2. Colocación de forma individual	249
2.1.3.6. Línea del generador eléctrico	250
2.1.3.7. Instalaciones de enlace	251
2.1.3.7.1. Derivación individual.....	251
2.1.3.7.2. Dispositivos generales e individuales de mando y protección	251

2.1.3.8. Instalaciones interiores	253
2.1.3.8.1. Conductores.....	253
2.1.3.8.2. Identificación de conductores.....	254
2.1.3.8.3. Subdivisión de las instalaciones	254
2.1.3.8.4. Equilibrado de cargas	254
2.1.3.8.5. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.....	254
2.1.3.8.6. Conexiones	255
2.1.3.8.7. Sistema de instalación. Prescripciones Generales	255
2.1.3.9. sistema de instalación de los conductores	256
2.1.3.9.1. Particularidades	256
2.1.3.9.2. Conductores aislados bajo tubos protectores.....	257
2.1.3.9.3. Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes	259
2.1.3.9.4. Conductores aislados enterrados	260
2.1.3.9.5. Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción.....	260
2.1.3.9.6. Conductores aislados bajo canales protectores.....	261
2.1.3.9.7. Conductores aislados bajo molduras	262
2.1.3.9.8. Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas	263
2.1.4. Protección contra sobreintensidades	263
2.1.5. Protección contra sobretensiones	264
2.1.5.1. Categorías de las sobretensiones	264
2.1.5.2. Medidas para el control de las sobretensiones.....	265
2.1.5.3. Selección de los materiales en la instalación.....	265
2.1.6. Protección contra contactos directos e indirectos.....	266
2.1.6.1. Protección contra contactos directos	266
2.1.6.1.1. Protección por aislamiento de las partes activas	266
2.1.6.1.2. Protección por medio de barreras o envolventes.....	266
2.1.6.1.3. Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual	267
2.1.6.2. Protección contra contactos indirectos	267
2.1.7. Receptores de alumbrado	267
2.1.8. Receptores a motor.....	268
2.1.9. Puesta a tierra	269
2.1.9.1. Tomas de tierra.....	270

ANEXOS

2.1.9.2. Conductores de tierra.....	271
2.1.9.3. Bornes de puesta a tierra.....	271
2.1.10. Cálculos de la instalación eléctrica	271
2.1.10.1. cálculo de POTENCIAS	271
2.1.10.2. cálculo de INTENSIDADES	272
2.1.10.3. Cálculo de la SECCIÓN	272
2.1.10.3.1. Cálculo de la sección por calentamiento	272
2.1.10.3.2. Método de los momentos eléctricos	273
2.1.10.4. CAÍDA DE TENSIÓN	274
2.1.10.5. Métodos de instalación empleados en circuitos	274
2.1.10.5.1. Instalación en RV 0,6/1 kV Cu Enterrado bajo tubo.....	274
2.1.10.5.2. Instalación en PVC 750V Cu Empotrado bajo tubo flexible PVC.....	275
2.1.10.5.3. Instalación en PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial	277
2.1.10.5.4. Instalación en PVC 750V Cu en zócalos acanalados	279
2.1.10.5.5. Instalación en PVC 750V Cu en huecos de la construcción.....	280
2.1.10.5.6. Instalación en PVC 750V Cu bajo molduras.....	280
2.1.10.6. cálculo de la DEMANDA DE POTENCIA	281
2.1.10.6.1. Demanda de la potencia instalada	282
2.1.10.6.2. Demanda de la potencia de cálculo	284
2.1.10.7. Cálculo de los circuitos	285
2.1.10.8. Cálculo de los tramos de CADA circuitos.....	287
2.1.10.9. Resumen detallado por circuitos	311
2.1.10.9.1. Acometida	311
2.1.10.9.2. Derivación individual.....	312
2.1.10.9.3. C1 Alumbrado comedor PB y cocina tramo principal	313
2.1.10.9.4. C2 Fuerza maquinas cocinas tramo principal.....	314
2.1.10.9.5. C3 Alumbrado lavabos y zona cocina tramo principal	315
2.1.10.9.6. C4 Enchufes2 PB tramo 1-2.....	316
2.1.10.9.7. C5 Enchufes cocinas tramo 1-2.....	317
2.1.10.9.8. C6 Enchufes PB tramo 1-2.....	318
2.1.10.9.9. C7 Fuerza seca manos tramo principal.....	319
2.1.10.9.10. C8 Alumbrado comedor P1 tramo principal	320
2.1.10.9.11. C9 Horno rational self cooking tramo principal.....	321

ANEXOS

2.1.10.9.12. C10 Alumbrado lavabo y vestuarios P1 tramo principal.....	323
2.1.10.9.13. C11 Enchufes P1 tramo principal.....	324
2.1.10.9.14. C12 Enchufes2 P1 tramo principal.....	325
2.1.10.9.15. C13 lavavajillas y lavadora tramo principal	326
2.1.10.9.16. C14 Campanas extractoras cocinas tramo principal.....	327
2.1.10.9.17. C15 Cámaras y elevador tramo principal	328
2.1.10.9.18. C16 Armarios fríos tramo principal	329
2.1.10.9.19. C17 Fan-coils	330
2.1.10.9.20. C18 Climatizadora exterior tramo principal.....	332
2.1.10.9.21. C19 Ventilador extracción P1 tramo principal.....	333
2.1.10.9.22. C20 Alumbrado emergencia tramo principal	334
2.1.10.9.23. C21 Ventiladores de cocina (aportación y extracción), tramo principal ...	335
2.1.10.9.24. C22 Grupo de presión con calderín tramo principal	336
2.1.10.9.25. C23 Termo acumulador eléctrico y cable calefactor P1, tramo principal .	337
2.1.10.9.26. C24 Ventiladores extracción PB tramo principal.....	338
2.1.10.9.27. C25 Ventiladores de lavabos, vestuarios y oficina.....	339
2.1.10.10. Cuadro de protecciones por circuito.....	341
ANEXO II	344
2.2. ANEXO INSTALACIÓN DE ALUMBRADO, ILUMINACIÓN INTERIOR	345
2.2.1. Introducción	345
2.2.2. Condiciones para los receptores de alumbrado y sus componentes.....	345
2.2.2.1. Condiciones particulares	345
2.2.2.1.1. Luminarias.....	345
2.2.2.1.2. Suspensiones y dispositivos de regulación.....	345
2.2.2.1.3. Cableado interno	345
2.2.2.1.4. Cableado externo.....	345
2.2.2.1.5. Puesta a tierra	345
2.2.2.1.6. Lámparas	346
2.2.2.1.7. Portalámparas	346
2.2.2.2. Condiciones de instalación.....	346
2.2.2.2.1. Condiciones generales.....	346

ANEXOS

2.2.3.	Cálculo de instalaciones de alumbrado, iluminación interior.....	347
2.2.3.1.	Generalidades	347
2.2.3.2.	Datos previos.....	347
2.2.3.2.1.	Zonas del edificio para el cálculo de iluminación	347
2.2.3.3.	Sistemas de control y regulación.....	349
2.2.3.4.	Método de cálculo de los lúmenes.....	349
2.2.3.4.1.	Datos de entrada	349
2.2.3.4.2.	Proceso de cálculo de la instalación de alumbrado interior.....	356
2.2.3.4.3.	Método del punto por punto	358
2.2.3.4.4.	Componente directa en un punto.....	359
2.2.3.4.5.	Valor de Eficiencia Energética de la Instalación.....	362
2.2.4.	resultados del cálculo del alumbrado interior por zonas del local.....	364
2.2.4.1.	Zona de entrada	364
2.2.4.2.	Zona bar planta baja	368
2.2.4.3.	Sala comedor principal 1	371
2.2.4.4.	Sala comedor principal 2	374
2.2.4.5.	Sala comedor principal 3	376
2.2.4.6.	Zona escaleras	379
2.2.4.7.	Zona evacuación comedores.....	382
2.2.4.8.	Zona pasillo lavabos	384
2.2.4.9.	Sala lavabo minusválidos	387
2.2.4.10.	Sala lavabo caballeros	390
2.2.4.11.	Sala lavabo señoras.....	392
2.2.4.12.	Zona cocina	395
2.2.4.13.	Zona paso cocina	397
2.2.4.14.	Zona estanterías cocina.....	400
2.2.4.15.	Sala repostería	403
2.2.4.16.	Sala preparación platos fríos	406
2.2.4.17.	Sala lavado	409
2.2.4.18.	Sala de mantenimiento	412
2.2.4.19.	Sala almacén.....	415
2.2.4.20.	Zona pasillo cámaras	418

ANEXOS

2.2.4.21.	Zona pasillo evacuación cámaras	421
2.2.4.22.	Zona comedor secundario 1.....	424
2.2.4.23.	Zona comedor secundario 2.....	427
2.2.4.24.	Zona pasillo vestuarios	430
2.2.4.25.	Sala lavabo caballeros 1ª planta	433
2.2.4.26.	Sala lavabo señoras 1ª planta.....	436
2.2.4.27.	Sala vestuarios hombres	439
2.2.4.28.	Sala vestuarios mujeres	442
2.2.4.29.	Zona bar 1ª planta.....	445
2.2.4.30.	Zona paso a terraza.....	448
2.2.4.31.	Sala preparación 1ª planta	451
2.2.4.32.	Sala gestión.....	454
2.2.4.33.	Tablas resumen de los cálculos de iluminación interior por zonas	457
ANEXO III		461
INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN		461
2.3.	ANEXO DE LA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN....	462
2.3.1.	Descripción arquitectónica.....	462
2.3.2.	Horarios de funcionamiento, ocupación y cálculo de caudales de aire exterior	463
2.3.2.1.	Horarios de funcionamiento	463
2.3.2.2.	Ocupación del local	463
2.3.2.3.	Caudal y calidad del aire	464
2.3.2.3.1.	Caudal de aire necesario de ventilación	464
2.3.2.3.2.	Caudal de aire necesario de extracción	466
2.3.2.3.3.	Temperatura operativa y humedad relativa	467
2.3.2.3.4.	Velocidad media del aire.....	467
2.3.2.4.	Calidad del aire interior	468
2.3.2.3.5.	Caudal mínimo de aire exterior de ventilación.....	468
2.3.2.3.6.	Aire de extracción	468
2.3.2.3.7.	Recuperación de calor del aire de ventilación.....	469
2.3.2.3.8.	Recuperación de calor del aire de extracción.....	469

2.3.3.	limitación de la demanda energética	470
2.3.3.1.	demanda energética	470
2.3.3.2.	Condensaciones	471
2.3.3.3.	permeabilidad al aire	471
2.3.3.4.	Zonificación climática	471
2.3.3.5.	Clasificación de los espacios	472
2.3.3.6.	Comprobación de la limitación de la demanda energética	473
2.3.3.6.1.	Parámetros característicos medios	473
2.3.3.6.2.	Condensaciones	475
2.3.4.	Cálculo de los parámetros característicos de la demanda	476
2.3.4.1.	Transmitancia térmica	476
2.3.4.1.1.	Cerramientos en contacto con el aire exterior	476
2.3.4.1.2.	Cerramientos en contacto con el terreno	477
Tabla 2.3.14.	Transmitancia térmica US en W/m ² K.	478
2.3.4.1.3.	Transmitancia térmica de huecos	478
2.3.4.2.	Factor solar modificado de huecos	479
2.3.4.3.	ejemplo de cálculo de la transmitancia térmica del cerramiento	480
2.3.4.3.1.	Introducción	480
2.3.4.3.2.	Aplicación de la opción simplificada	480
2.3.4.3.2.1.	Superficie de huecos en las fachadas	480
2.3.4.3.2.2.	Zonificación climática	481
2.3.4.3.2.3.	Clasificación de los espacios	481
2.3.4.3.2.4.	Cumplimiento limitaciones de permeabilidad	481
2.3.4.3.3.	Cálculo según la opción simplificada	482
2.3.4.3.3.1.	Tipo del cerramiento en contacto con el aire exterior	483
2.3.4.3.3.2.	Transmitancia térmica U del cerramiento	485
2.3.4.4.	Cálculo de condensaciones	487
2.3.4.4.1.	Condiciones exteriores	487
2.3.4.4.2.	Condiciones interiores	488
2.3.4.4.2.1.	Condensaciones superficiales	488
2.3.5.	Cálculo de las cargas térmicas	489
2.3.5.1.	introducción	489
2.3.5.2.	Tipos de cargas térmicas	490

ANEXOS

2.3.5.3. Definición de los parámetros.....	491
2.3.5.3.1. Datos exteriores.....	491
2.3.5.3.2. Datos de los cerramientos.....	491
2.3.5.3.3. Datos de los recintos.....	491
2.3.5.4. Carga térmica de refrigeración	491
2.3.5.4.1. Huecos exteriores	492
2.3.5.4.2. Cerramientos interiores	492
2.3.5.4.3. Cargas internas	492
2.3.5.5. Cargas térmicas de calefacción.....	494
2.3.5.5.1. Cerramientos y forjados exteriores.....	495
2.3.5.5.2. Cerramientos interiores	495
2.3.5.5.3. Cargas internas	496
2.3.6. Cálculo de la instalación.....	496
2.3.6.1. Cálculo del sistema de conducción de agua	496
2.3.6.1.1. Cálculo de tuberías	496
2.3.6.2. Cálculo del sistema de conducción de aire.....	497
2.3.6.2.1. Dimensionado.....	498
2.3.6.2.2. Cálculo	498
2.3.7. Resultados de los cálculos de climatización.....	499
2.3.7.1. Introducción.....	499
2.3.7.2. Datos de la obra.....	499
2.3.7.3. Descripción de los recintos.....	499
2.3.7.4. Resultado de cálculo de los recintos.....	501
2.3.7.4.1. Cargas de refrigeración planta baja	501
2.3.7.4.2. Cargas de refrigeración planta 1	504
2.3.7.4.3. Cargas de calefacción planta baja.....	512
2.3.7.4.4. Cargas de calefacción planta 1	514
2.3.7.5. Resumen de los resultados.....	518
2.3.7.5.1. Resumen cargas de refrigeración	518
2.3.7.5.2. Resumen cargas de calefacción.....	518
2.3.7.5.3. Resumen de las cargas de los conjuntos.....	519
2.3.7.6. Cálculo de los sistemas de conducción de aire. Conductos.....	520
2.3.7.7. Cálculo de los sistemas de conducción de aire. Difusores y rejillas	525

ANEXOS

2.3.7.8. Cálculo del sistema de conducción de agua. Tuberías	529
2.3.7.9. Unidades para climatización y ventilación.....	531
2.3.7.9.1. Fancoils	531
2.3.7.9.2. Extractores.....	532
2.3.7.10. Comprobación de los recintos	534
FICHA 2.3.2.: CONFORMIDAD. DEMANDA ENERGÉTICA.....	539
FICHA 2.3.3: CONFORMIDAD. CONDENSACIONES	541
ANEXO IV	542
INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN FRENTE INCENDIOS	542
2.4. ANEXO DE SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO	543
2.4.1. Objeto y aplicación.....	543
2.4.2. Propagación interior	543
2.4.2.1. Compartimentación en sectores de incendio	543
2.4.2.2. Zonas de riesgo especial.....	544
2.4.2.3. Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios	549
2.4.3. Propagación exterior.....	549
2.4.3.1. Fachadas y cubiertas.....	549
2.4.4. Evacuación de ocupantes.....	550
2.4.4.1. Cálculo de la ocupación.....	550
2.4.4.2. Salidas y longitud de los recorridos de evacuación.....	552
2.4.4.2.1. Número y disposición de las salidas.....	552
2.4.4.3. Dimensionado de los elementos de evacuación	553
2.4.4.3.1. Cálculo del dimensionado	555
2.4.4.4. Puertas en recorridos de evacuación.....	557
2.4.4.5. Señalización de los medios de evacuación	558
2.4.5. Detección, control y extinción del incendio	558
2.4.5.1. Instalaciones de protección contra incendios	559
2.4.5.1.1. Generalidades	559
2.4.5.1.2. Dotación de instalaciones de protección contra incendios	559
2.4.5.2. Señalización de las instalaciones de protección contra incendios	561

ANEXOS

2.4.6.	Resistencia al fuego de la estructura	561
2.4.6.1.	Características que definen el comportamiento ante el fuego	561
2.4.6.2.	Resistencia al fuego exigible a los elementos constructivos	562
2.4.6.3.	Condiciones exigibles a los materiales.....	564
2.4.7.	Instalaciones generales	564
2.4.7.1.	Instalaciones y servicios generales.....	564
2.4.7.2.	Instalación de alumbrado de emergencia.....	565
ANEXO V		567
INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUA. FONTANERÍA		567
2.5.	ANEXO DE LA INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUA	568
2.5.1.	Objetivo.....	568
2.5.2.	Características de las instalaciones de suministro de agua.....	568
2.5.2.1.	Propiedades de la instalación.....	568
2.5.2.1.1.	Calidad del agua	568
2.5.2.1.2.	Protección contra retornos.....	569
2.5.2.1.3.	Condiciones mínimas de suministro.....	569
2.5.2.2.	Demanda del suministro de agua.....	570
2.5.2.2.1.	Demanda del suministro de agua fría (AF)	570
2.5.2.2.2.	Demanda del suministro de agua caliente sanitaria (ACS)	571
2.5.3.	Diseño general de la instalación.....	571
2.5.3.1.	Esquema de la instalación	571
2.5.3.2.	Elementos que forman la instalación de agua fría.....	572
2.5.3.2.1.	Acometida	572
2.5.3.2.2.	Instalación general.....	573
2.5.3.2.3.	Instalaciones particulares	574
2.5.3.3.	Instalaciones de agua caliente	575
2.5.3.3.1.	Distribución (impulsión y retorno).....	575
2.5.3.3.2.	Regulación y control	576
2.5.3.4.	Protección contra retornos	576
2.5.3.4.1.	Condiciones generales de la instalación de suministro	576
2.5.3.4.2.	Puntos de consumo de alimentación directa.....	577

ANEXOS

2.5.3.4.3.	Depósitos cerrados	577
2.5.3.5.	Separaciones respecto de otras instalaciones.....	577
2.5.4.	Dimensionado de la instalación.....	577
2.5.4.1.	Reserva de espacio en el edificio.....	577
2.5.4.2.	Dimensionado de las redes de distribución	578
2.5.4.2.1.	Dimensionado de los tramos	578
2.5.4.2.2.	Comprobación de la presión.....	578
2.5.4.3.	Dimensionado de las derivaciones a cuartos húmedos y ramales de enlace	579
2.5.4.4.	Dimensionado de las redes de AC.....	579
2.5.4.4.1.	Dimensionado de las redes de impulsión de AC.....	579
2.5.4.4.2.	Cálculo del aislamiento térmico	580
2.5.4.4.3.	Cálculo de dilatadores	580
2.5.5.	Puesta en obra de la instalación.....	580
2.5.5.1.	Ejecución	580
2.5.5.2.	Ejecución de las redes de tuberías	580
2.5.5.2.1.	Condiciones generales	580
2.5.5.2.2.	Uniones y juntas	581
2.5.5.2.3.	Protección contra las condensaciones	581
2.5.5.2.4.	Protecciones térmicas	581
2.5.5.2.5.	Protección contra esfuerzos mecánicos	581
2.5.5.2.6.	Protección contra ruidos	582
2.5.5.2.7.	Accesorios	582
2.5.5.3.	Materiales de la instalación	583
2.5.5.3.1.	Condiciones generales de los materiales	583
2.5.5.3.2.	Condiciones particulares de los materiales.....	584
2.5.6.	Puesta en servicio de la instalación	584
2.5.6.1.	Pruebas de las instalaciones interiores.....	584
2.5.6.2.	Pruebas de las instalaciones de ACS	585
2.5.7.	Instalación de Agua Caliente sanitaria	585
2.5.7.1.	Necesidad de disponer de acs	585
2.5.7.2.	Sistemas de producción y distribución de acs	585
2.5.7.3.	Producción y distribución del ACS	586

ANEXOS

2.5.7.3.1.	Tipo individual	586
2.5.7.3.2.	Producción instantánea, por acumulación y mixta	586
2.5.7.4.	Sistema individual de producción y distribución de ACS	587
2.5.7.4.1.	Calentador-acumulador de agua eléctrico	587
2.5.7.5.	Sistema centralizado de producción y distribución de AC.....	588
2.5.7.5.1.	Caldera a gas y acumulador vitrificado a gas	588
2.5.8.	Cálculo de la instalación de suministro de agua.....	589
2.5.8.1.	Generalidades	589
2.5.8.2.	Fontanería	589
2.5.8.3.	Datos previos	590
2.5.8.3.1.	Condiciones del suministro	590
2.5.8.3.2.	Simultaneidad en los consumos	590
2.5.8.3.3.	Biblioteca de consumos	591
2.5.8.3.4.	Velocidad en las conducciones.....	591
2.5.8.3.5.	Presiones en los consumos	591
2.5.8.4.	Conducciones	592
2.5.8.4.1.	Materiales	592
2.5.8.4.2.	Diámetros	592
2.5.8.4.3.	Consideración de elementos especiales.....	592
2.5.8.5.	Cálculo de la instalación.....	593
2.5.8.5.1.	Formulación tuberías	593
2.5.8.5.2.	Cálculo de las redes de retorno de agua	595
2.5.8.6.	Cálculo de la previsión de agua caliente sanitaria.....	596
2.5.8.6.1.	Caudales de cálculo	596
2.5.8.6.2.	Producción por acumulación	596
2.5.9.	Resultados obtenidos del cálculo de la instalación.....	598
2.5.9.1.	Datos generales de la obra	598
2.5.9.2.	Biblioteca materiales de la instalación	598
2.5.9.2.1.	Tubos de abastecimiento	598
2.5.9.2.2.	Aislantes en las tuberías de agua caliente.....	599
2.5.9.2.3.	Montantes	599
2.5.9.3.	Resultados por tramo de tubería	599
2.5.9.3.1.	Planta cubierta	599

ANEXOS

2.5.9.3.2.	Planta primera	599
2.5.9.3.3.	Planta baja o principal	603
2.5.9.4.	Resultados en nudos (puntos de suministro, codos y derivaciones en T) 611	
2.5.9.4.1.	Planta cubierta	611
2.5.9.4.2.	Planta primera	611
2.5.9.4.3.	Planta baja o principal	614
2.5.9.5.	Resultados en los elementos que forman la instalación	620
2.5.9.5.1.	Planta cubierta	620
2.5.9.5.2.	Planta primera	620
2.5.9.5.3.	Planta baja o principal	621
ANEXO VI.....		623
INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE GAS		623
2.6.	ANEXO INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE GAS	624
2.6.1.	Introducción a la instalación receptora.....	624
2.6.1.1.	Características del gas	624
2.6.1.2.	Características de la instalación.....	624
2.6.2.	Diseño de la instalación receptora.....	625
2.6.2.1.	Modalidades de ubicación de tuberías.....	625
2.6.2.2.	Acometida	625
2.6.2.3.	Distancias frente a otras instalaciones en la acometida.....	627
2.6.2.4.	Instalación de contadores	628
2.6.2.5.	Tuberías vistas.....	630
2.6.2.6.	tuberías alojadas en vainas o conductos	631
2.6.2.7.	Curvado de tuberías.....	631
2.6.2.8.	Situación de reguladores de abonado (entrada en media presión A con salida a baja presión).....	631
2.6.2.9.	Situación válvulas de seguridad	632
2.6.2.10.	Unión de tuberías y accesorios	632
2.6.2.10.1.	Unión soldadura Cobre - cobre o aleación de cobre.....	632
2.6.2.10.2.	Unión polietileno-cobre.....	633
2.6.2.10.3.	Unión roscada.....	633

ANEXOS

2.6.2.11. Instalación de tuberías	633
2.6.2.11.1. Instalación de tuberías enterradas.....	633
2.6.2.11.2. Instalación de tuberías vistas	633
2.6.2.11.3. Instalación de tuberías alojadas en vainas o conductos.....	635
2.6.2.12. Distancia de las tuberías a paredes y techos	636
2.6.2.12.1. Distancia a paredes.....	636
2.6.2.12.2. Distancia a techos.....	636
2.6.2.12.3. Distancia a rincones.....	637
2.6.2.13. Pintado y señalización	638
2.6.2.14. Dispositivos de corte (llaves)	638
2.6.2.15. Materiales	638
2.6.3. Condiciones generales de ventilación	639
2.6.3.1. Aire para la combustión.....	639
2.6.3.2. Entradas de aire	639
2.6.3.3. Aparatos no conectados a conductos de evacuación	639
2.6.3.4. Aparatos conectados a conductos de evacuación	639
2.6.3.5. Aparatos de circuito estanco.....	640
2.6.4. Instalación, conexión y puesta en marcha de los aparatos	640
2.6.4.1. Adecuación al tipo de gas.....	640
2.6.4.2. Instrucciones del fabricante.....	640
2.6.4.3. Conexiones	640
2.6.4.4. Puesta en marcha	640
2.6.5. Operación y pruebas.....	641
2.6.5.1. Prueba de estanquidad	641
2.6.5.2. Modificación de instalaciones	641
2.6.5.3. Desmontaje de elementos	641
2.6.5.4. Interruptores de los trabajos	641
2.6.5.5. Manipulación de llaves.....	641
2.6.6. Materiales de los elementos constitutivos	641
2.6.6.1. Objeto	641
2.6.6.2. Tuberías	642
2.6.6.2.1. Tubería de cobre.....	642
2.6.6.2.2. Materiales para tramos enterrados.....	642

ANEXOS

2.6.6.2.3.	Materiales para tramos alojados en vainas o conductos.....	642
2.6.6.3.	Accesorios	642
2.6.6.3.1.	Llaves	642
2.6.6.3.2.	Conexión flexible de seguridad.....	643
2.6.6.3.3.	Uniones.....	643
2.6.6.3.4.	Uniones mediante soldadura	643
2.6.6.3.5.	Uniones mediante sistemas mecánicos.....	643
2.6.7.	Características técnicas de la instalación.....	644
2.6.7.1.	Reguladores de presión. Ubicación e instalación	644
2.6.7.1.1.	Generalidades	644
2.6.7.1.2.	Reguladores ubicados en la instalación individual.....	645
2.6.7.2.	recinto destinado a la instalación de contadores.....	646
2.6.7.2.1.	Generalidades	646
2.6.7.2.2.	Ventilación	646
2.6.7.2.3.	Requisitos de seguridad.....	647
2.6.7.3.	Condiciones de ventilación y configuración	647
2.6.7.3.1.	Aparatos de circuito abierto	647
2.6.7.3.2.	Entradas directas de aire.....	647
2.6.7.3.3.	Evacuación de los productos de la combustión.....	648
2.6.7.4.	Diseño y construcción de las instalaciones de gas	650
2.6.7.4.1.	Dimensionado de las instalaciones receptoras de gas	650
2.6.7.4.2.	Tuberías vistas.....	650
2.6.7.4.3.	Tuberías alojadas en vainas o conductos.....	651
2.6.7.4.4.	Tuberías enterradas.....	651
2.6.7.4.5.	Prescripciones específicas de diseño y construcción de tuberías	652
2.6.7.4.6.	Tuberías para gas a media presión A (MPA)	652
2.6.7.4.7.	Tubería para gas a baja presión (BP).....	652
2.6.7.4.8.	Dispositivos de corte (llaves)	652
2.6.7.5.	Requisitos complementarios.....	653
2.6.7.5.1.	Volumen mínimo del local donde se instalan aparatos no conectados a conductos de evacuación.....	653
2.6.7.5.2.	Evacuación de los productos de la combustión de aparatos de cocción y/o preparación de alimentos de gasto calorífico total superior a 30 kW (25.800 kcal/h) ..	654
2.6.7.6.	Instalación, conexión y puesta en marcha de los aparatos a gas	654

ANEXOS

2.6.7.6.1.	Instalación de los aparatos.....	654
2.6.7.6.2.	Conexión a la instalación receptora.....	655
2.6.7.6.3.	Agentes de la colocación, conexión y puesta en marcha de los aparatos..	656
2.6.8.	Pruebas para la entrega de la instalación.....	657
2.6.8.1.	Generalidades	657
2.6.8.2.	Prueba de estanquidad en la parte de una instalación receptora a media presión A (de 0,05 a 0,4 bar)	658
2.6.8.3.	Prueba de estanquidad en la parte de una instalación receptora a baja presión (hasta 0,05 bar).....	658
2.6.9.	Puesta en servicio de la instalación	658
2.6.10.	Cálculos de la instalación de suministro de gas	659
2.6.10.1.	Datos de la instalación.....	659
2.6.10.2.	Determinación de caudales.....	660
2.6.10.2.1.	Grado de gasificación.....	660
2.6.10.2.2.	Determinación del caudal nominal de un aparato a gas	660
2.6.10.2.3.	Caudal máximo de simultaneidad de instalaciones individuales.....	661
2.6.10.2.4.	Caudal máximo de simultaneidad de acometidas interiores e instalaciones comunes	661
2.6.10.3.	Potencia nominal de utilización simultánea	662
2.6.10.4.	Longitud equivalente de la instalación	663
2.6.10.5.	Cálculo de pérdida de carga	663
2.6.10.5.1.	Pérdida de carga en tramos de tubería.....	663
2.6.10.5.2.	Empuje por Desnivel	664
2.6.10.5.3.	Pérdida de carga en válvulas	664
2.6.10.6.	Cálculo de velocidad del gas	665
2.6.10.7.	Cálculo de diámetros	665
2.6.10.7.1.	Pérdida de carga máxima	665
2.6.10.7.2.	Velocidad máxima.....	666
2.6.11.	Resultados del cálculo de la instalación	666
2.6.11.1.	Resultado del cálculo en tramos y válvulas.....	666
2.6.11.1.1.	Acometida [1].....	666
2.6.11.1.2.	Llave de suministro [4-5]	668
2.6.11.2.	Resultados por tramos	687
2.6.11.2.1.	Tramos de la tubería de acometida.....	687

ANEXOS

2.6.11.2.2. Tramos de las tuberías de suministro	688
2.6.11.3. Pérdidas de carga y de presión en tramos y válvulas.....	690
2.6.11.3.1. Pérdidas de carga y presión en acometida.....	690
2.6.11.3.2. Pérdidas de carga y presión en la instalación	690
2.6.11.4. Series de tuberías utilizadas.....	693
2.6.11.4.1. Acometida	693
2.6.11.4.2. Instalación interior.....	694
ficha A: Tuberías de cobre	696
ficha B: polietileno	698
ficha C: tallos.....	700
ficha D: elementos de sujeción de tuberías	703
 ANEXO VII	 704
INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES. SANEAMIENTO	 704
 2.7. ANEXO DE LA INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES. SANEAMIENTO.....	 705
2.7.1. Objetivos	705
2.7.2. Descripción general de la instalación.....	705
2.7.2.1. Evacuación de condensados de unidades de climatización	706
2.7.3. Características generales de la instalación de saneamiento.....	706
2.7.4. Elementos que componen la instalación.....	706
2.7.4.1. Elementos en la red de evacuación.....	706
2.7.4.1.1. Cierres hidráulicos.....	707
2.7.4.1.2. Redes de pequeña evacuación	707
2.7.4.1.3. Bajantes y canalones	708
2.7.4.1.4. Colectores.....	708
2.7.4.1.5. Elementos de conexión.....	709
2.7.4.2. Elementos especiales	710
2.7.4.2.1. Sistema de bombeo y elevación	710
2.7.4.2.2. Válvulas antirretorno de seguridad.....	711
2.7.4.2.3. Subsistemas de ventilación de las instalaciones.....	711
2.7.5. Dimensionado de la red de saneamiento	711

ANEXOS

2.7.5.1. Dimensionado de la red de evacuación de aguas residuales.....	711
2.7.5.1.1. Derivaciones individuales	711
2.7.5.1.2. Botes sifónicos	712
2.7.5.1.3. Ramales colectores.....	712
2.7.5.1.4. Bajantes de aguas residuales	713
2.7.5.1.5. Colectores horizontales de aguas residuales.....	714
2.7.5.2. Dimensionado de la red de evacuación de aguas pluviales	714
2.7.5.2.1. Red de evacuación de aguas pluviales	714
2.7.5.2.2. Bajantes de aguas pluviales.....	714
2.7.5.2.3. Colectores de aguas pluviales.....	715
2.7.5.3. Dimensionado de las arquetas	715
2.7.5.4. Dimensionado de los sistemas de elevación y bombeo	715
2.7.5.4.1. Dimensionado del depósito de recepción.....	716
2.7.5.4.2. Cálculo de las bombas de elevación.....	716
2.7.6. Ejecución de los elementos de la instalación	716
2.7.6.1. Ejecución de los puntos de captación.....	716
2.7.6.1.1. Válvulas de desagüe	716
2.7.6.1.2. Sifones individuales y botes sifónicos.....	717
2.7.6.1.3. Calderetas o cazoletas y sumideros	718
2.7.6.2. Ejecución de las redes de evacuación.....	718
2.7.6.3. Ejecución de bajantes y ventilaciones	719
2.7.6.3.1. Ejecución de las bajantes.....	719
2.7.6.3.2. Ejecución de las redes de ventilación.....	719
2.7.6.4. Ejecución de albañales y colectores	720
2.7.6.4.1. Ejecución de la red horizontal colgada.....	720
2.7.6.4.2. Ejecución de la red horizontal enterrada	721
2.7.6.4.3. Ejecución de las zanjas.....	721
2.7.6.5. Ejecución de los elementos de conexión de las redes enterradas	722
2.7.6.5.1. Arquetas	722
2.7.6.5.2. Pozos	722
2.7.6.5.3. Separadores	723
2.7.6.6. Ejecución de los sistemas de elevación y bombeo	723
2.7.6.6.1. Depósito de recepción	723

ANEXOS

2.7.6.6.2.	Dispositivos de elevación y control.....	724
2.7.6.7.	Pruebas	724
2.7.6.7.1.	Pruebas de estanqueidad parcial.....	724
2.7.6.7.2.	Pruebas de estanqueidad total.....	725
2.7.6.7.3.	Prueba con agua	725
2.7.7.	cálculo de la instalación de saneamiento.....	725
2.7.7.1.	Introducción.....	725
2.7.7.2.	Unidades de desagüe	726
2.7.7.3.	Caudales de descarga por área.....	727
2.7.8.	Resultados obtenidos del cálculo de la instalación de saneamiento.....	727
2.7.8.1.	Datos de la obra.....	727
2.7.8.2.	Diámetros de los tubos de saneamiento en PVC	727
2.7.8.3.	Dimensiones de las bajantes del edificio	728
2.7.8.4.	Dimensiones de los Tramos horizontales del edificio	728
2.7.8.4.1.	Tramos horizontales de cubierta.....	728
2.7.8.4.2.	Tramos horizontales de la primera planta	729
2.7.8.4.3.	Tramos horizontales de la planta baja	731
2.7.8.5.	Nudos de la instalación, codos y derivaciones en T	734
2.7.8.5.1.	Nudos de la planta cubierta	734
2.7.8.5.2.	Nudos de la primera planta.....	735
2.7.8.5.3.	Nudos de la planta baja	736
ANEXO VIII		740
INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN Y EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VAPORES DE LAS COCINAS DEL LOCAL		740
2.8.	ANEXO DE la instalación de VENTILACIÓN Y EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VAPORES DE LAS COCINAS	741
2.8.1.	Introducción	741
2.8.2.	Normativa aplicada.....	741
2.8.3.	Principios básicos de la extracción.....	741
2.8.4.	Características de las campanas extractoras	742
2.8.5.	Caudal de extracción en las cocinas	743
2.8.6.	Caudal de ventilación en cocinas	743

ANEXOS

2.8.7.	Limpieza y mantenimiento.....	743
2.8.8.	Cálculo de los conductos de ventilación y extracción.....	744
2.8.8.1.	Generalidades	744
2.8.8.2.	Conceptos	744
2.8.8.3.	Pérdidas de carga.....	745
2.8.8.3.1.	Pérdidas de carga por rozamiento	745
2.8.8.3.2.	Pérdidas de cargas locales	748
2.8.8.3.2.1.	Coeficiente para pérdidas locales.....	748
2.8.9.	Resultados de los cálculos de ventilación y extracción en las cocinas.....	753
2.8.9.1.	Resultados de la instalación de ventilación	753
2.8.9.1.1.	Estimación del diámetro equivalente	753
2.8.9.2.	Estimación de las pérdidas de carga longitudinales (rozamiento).....	754
2.8.9.3.	Estimación de las pérdidas de carga por singularidades.....	755
2.8.9.3.2.	Elección del ventilador de la instalación	758
2.8.9.4.	Resultados de la instalación de extracción	760
2.8.9.4.1.	Características de las campanas extractoras	760
2.8.9.4.2.	Estimación del diámetro equivalente	761
2.8.9.4.3.	Estimación de las pérdidas de carga longitudinales (rozamiento).....	761
2.8.9.4.4.	Estimación de las pérdidas de carga por singularidades.....	764
2.8.9.4.5.	Elección del ventilador de extracción.....	769
ANEXO IX.....		771
INSTALACIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA PARA ACS		771
2.9.	ANEXO DE LA INSTALACIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE ACS	772
2.9.1.	introducción.....	772
2.9.2.	Condiciones generales de la instalación	772
2.9.3.	Contribución solar mínima.....	773
2.9.4.	Cálculo y dimensionado	775
2.9.4.1.	Cálculo de la demanda.....	775
2.9.4.2.	Sistema de acumulación solar	776
2.9.4.3.	Sistema de intercambio.....	776

ANEXOS

2.9.4.4.	Cálculo de las pérdidas por orientación e inclinación	777
2.9.4.5.	Cálculo de pérdidas de radiación solar por sombras	779
2.9.4.5.1.	Desarrollo del cálculo.....	781
2.9.4.6.	Distancia mínima entre filas de captadores	784
2.9.5.	resultados del cálculo de la contribución solar mínima.....	786
2.9.5.1.	Datos de las características del consumo.....	786
2.9.5.2.	Cálculo de la demanda energética	787
2.9.5.3.	Datos relativos al sistema	787
2.9.5.4.	componentes del sistema	788
2.9.5.4.1.	Diámetro de la tubería del circuito primario de la instalación solar.....	788
2.9.5.4.2.	Circulador circuito solar	789
2.9.5.4.3.	Vaso de expansión.....	789
2.9.5.4.4.	Volumen del acumulador	789
2.9.5.4.5.	Esquema general de la instalación.....	790
2.9.5.4.6.	Esquema particular de la instalación	790
2.9.5.5.	Resultados	790

ANEXO I

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN

2.1. ANEXO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN

2.1.1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es el de servir de base para la ejecución de las obras de la instalación eléctrica en baja tensión para un restaurante.

Tanto en la redacción del proyecto como en la posterior realización de la obra, se tendrán en cuenta las prescripciones contenidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión aprobado el 2 de agosto del 2002 en el Real decreto 842/2002, puesto que la tensión de alimentación prevista en corriente alterna no supera los 1000 voltios.

2.1.2. INSTALACIONES GENERALES

2.1.2.1. PREVISIÓN DE CARGA

Para establecer la previsión de carga o potencia del edificio, tal y como se indica en el capítulo 2 de la Instrucción 10 del Reglamento, es necesario determinar el grado de electrificación de la instalación. Según dicho artículo, la instalación eléctrica del local de restauración corresponde a un grado de electrificación elevado, puesto que se trata de una instalación en la cual está prevista la instalación de alumbrado, ventilación y climatización, así como la maquinaria de cocina de un restaurante con una superficie útil superior a 160 m² y un número de puntos de alumbrado superior a 30.

En todas las zonas a excepción de la instalación de la línea de la climatizadora exterior y la extracción, la tensión de alimentación será de 220-230 V y monofásica; en las instalaciones de ventilación, climatizadora exterior y cámaras frigoríficas, dadas las características de los equipos a alimentar, la tensión será trifásica y a 380-400 V.

2.1.2.2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

El suministro de energía eléctrica se realizará mediante la empresa FECSA-ENDESA, mediante línea trifásica y neutra a la tensión de 400/230 Voltios.

En líneas generales la presente instalación responderá a la siguiente descripción:

- En la proyectada instalación se dispondrá de un solo equipo de contador de activa para la medida conjunta de alumbrado y fuerza motriz y este se ubicará en la sala de contadores, ubicada en la planta baja del local. Del contador partirá la derivación individual de la instalación hasta el cuadro general de mando y protección, a instalar en la misma sala de contadores.

ANEXOS

- En este cuadro se ubicarán los dispositivos generales de protección y mando de la instalación formados por la protección diferencial de alta sensibilidad tanto para las líneas de fuerza motriz como para las de alumbrado. También en este cuadro, se instalarán los interruptores magnetotérmicos de las líneas derivadas que dan suministro a los receptores, con indicación de cada uno de ellos, así como los dispositivos de maniobra formados por contadores y temporizadores.

Partirán de este cuadro veinte líneas derivadas o circuitos, para suministrar energía eléctrica a diferentes equipos e instalaciones, ver tabla 2.1.1.

Circuitos
C1 Alumbrado Comedor PB y cocina
C2 Fuerza maquinas cocinas
C3 Alumbrado Lavabos y zona cocina
C4 Enchufes2 PB
C5 Enchufes cocinas
C6 Enchufes PB
C7 Fuerza seca-manos
C8 Alumbrado Comedor P1
C9 Horno Rational self
C10 Alumbrado Lavabo y vestuarios P1
C11 Enchufes P1
C12 Enchufes P2
C13 Lavavajillas y lavadora
C14 Campanas extractoras (off)
C15 cámaras y elevador
C16 Armarios fríos
C17 Fancoils
C18 Climatizadora ext.
C19 Ventilador extracción P1
C20 Alumbrado Emergencia
C21 Ventiladores de cocina
C22 Grupo de presión con calderín
C23 Elementos instalación ACS P1
C24 Ventiladores extracción PB
C25 Ventiladores lavabos, vestuarios y ofic.

Tabla 2.1.1. Líneas de fuerza y alumbrado.

2.1.2.3. POTENCIA INSTALADA

La potencia que se prevé instalar en el edificio, se obtiene de sumar las potencias que se desea instalar en cada local perteneciente al mismo, según cuál sea su utilidad, maquinaria

ANEXOS

instalada, alumbrado, etc. Además debe tenerse en cuenta otros factores, como es la climatización de los distintos locales. Es por este motivo, y también por la facilidad en el uso de estas instalaciones, que dividimos el edificio en distintas líneas de suministro, y a través de éstas divisiones se calculan las dimensiones, se definen los materiales de los conductores, así como las diferentes protecciones de línea, de contactos directos e indirectos, etc.

Si bien los receptores eléctricos que forman la presente instalación se alimentan a través de un único contador de activa, consideramos las líneas de alumbrado y las de fuerza motriz por separado, siendo éstas y sus respectivas potencias las siguientes:

Acometida

Alumbrado

Cuadro de distribución	15.160,00 W
Total	15.160,00 W

Fuerza

Cuadro de distribución	160.345,82 W
Total	160.345,82 W

Resumen

Alumbrado	15.160,00 W
Fuerza	160.345,82 W
Total	175.505,82 W

Cuadro de distribución

Alumbrado

21 Uds. C1 Fluorescente compacto (2x32w) × 64,00W c.u.	1.344,00 W
14 Uds. C1 Fluorescente compacto (26W) × 26,00W c.u.	364,00 W
10 Uds. C1 Fluorescentes (2x36W) × 72,00W c.u.	720,00 W
12 Uds. C1 Lámpara (100W) × 100,00W c.u.	1.200,00 W
8 Uds. C1 Fluorescente compacto (2x32w) × 64,00W c.u.	512,00 W
32 Uds. C10 Lámpara (60W) × 60,00W c.u.	1.920,00 W
7 Uds. C10 Fluorescente (2x36W) × 72,00W c.u.	504,00 W
4 Uds. C10 Fluorescente (1x36W) × 36,00W c.u.	144,00 W
23 Uds. C3 Lámpara (100W) × 100,00W c.u.	2.300,00 W

ANEXOS

43 Uds. C20 Fluorescente de emergencia (1x16w) × 16,00W c.u.	688,00 W
5 Uds. C3 Fluorescente (2x36W) × 72,00W c.u.	360,00 W
7 Uds. C3 Fluorescente compacto (26W) × 26,00W c.u.	182,00 W
3 Uds. C3 Fluorescente (1x36W) × 36,00W c.u.	108,00 W
35 Uds. C3 Lámpara (60W) × 60,00W c.u.	2.100,00 W
9 Uds. C9 Fluorescente compacto (26W) × 26,00W c.u.	234,00 W
20 Uds. C9 Fluorescente compacto (2x32W) × 64,00W c.u.	1.280,00 W
2 Uds. C10 Lámpara (100W) × 100,00W c.u.	200,00 W
10 Uds. C9 Lámpara (100W) × 100,00W c.u.	1.000,00 W
 Total	 15.160,00 W

Fuerza

C11 Toma Botellero 2000 inox.	3.450,00 W
2 Uds. C13 Lavavajillas × 5.294,12W c.u.	10.588,24 W
2 Uds. C5 Electrodomésticos × 2.300,00W c.u.	4.600,00 W
C13 Lavadora	3.882,35 W
C15 Montacargas	1.470,59 W
C15 Cámara frigorífica (1200W)	1.411,76 W
C15 Cámara frigorífica 1 (700W)	823,53 W
C15 Cámara congelación 1 (1200W)	1.411,76 W
C15 Cámara frigorífica 2 (700W)	823,53 W
C15 Cámara congelación 2 (1200W)	1.411,76 W
C16 Armario frío 4 puertas	911,11 W
3 Uds. C16 Nevera-congelador × 470,59W c.u.	1.411,76 W
C16 Armario congelación	738,82 W
Armario de conservación	258,82 W
Armario frío 4 puertas	964,71 W
C16 Botellero 2000 Inox.	411,76 W
C16 Botellero 2000 inox.	411,76 W
C17 FANCOIL 4	952,94 W
C17 FANCOIL 5	1.882,35 W
C17 FANCOIL 2	705,88 W
C17 FANCOIL 3	952,94 W
C17 FANCOIL 1	705,88 W
C18 CLIMATIZADORA EXTERIOR	48.117,65 W
C19 Ventilador extracción P1	2.352,94 W
C12 Toma 10A 2	2.300,00 W
Cocinas-horno gas	2.300,00 W
Barbacoa a gas	920,00 W
Cocina-horno eléctrica platos fríos	5.750,00 W
Termo acumulador eléctrico	2.300,00 W
Cable calefactor para Agua Caliente Sanitaria	690,00 W

ANEXOS

Freidora eléctrica	5.750,00 W
Horno convección	3.450,00 W
Cocina-horno eléctrica repostería	5.750,00 W
C7 Toma secamanos minusválidos	1.840,00 W
C7 Toma secamanos caballeros PB	1.840,00 W
C7 Toma secamanos señoras PB	1.840,00 W
C7 Toma secamanos vestuario mujeres	1.840,00 W
C7 Toma secamanos vestuario hombres	1.840,00 W
C7 Toma secamanos caballeros P1	1.840,00 W
C7 Toma secamanos señoras P1	1.840,00 W
C21 Ventilador aportación cocinas	882,35 W
C21 Ventilador extracción campanas	4.705,88 W
C22 Grupo de presión con calderín	658,82 W
C24 Ventilador extracción PB1-B	2.352,94 W
C24 Ventilador extracción PB1-A	2.352,94 W
C25 Ventilador extracción lavabo minusválidos	23,53 W
C25 Ventilador extracción lavabo hombres PB	41,18 W
C25 Ventilador extracción lavabo mujeres PB	41,18 W
2 Uds. C25 Ventilador extracción vestuario × 23,53W c.u.	47,06 W
C25 Ventilador extracción lavabo hombres P1	41,18 W
C25 Ventilador extracción lavabo mujeres P1	41,18 W
C25 Ventilador extracción oficina	23,53 W
C4 Toma cafetera	3.450,00 W
C9 Rational self cooking center	12.941,18 W
 Total	 160.345,82 W

Resumen

Alumbrado	15.160,00 W
Fuerza	160.345,82 W
 Total	 175.505,82 W

2.1.2.4. POTENCIA A CONTRATAR

Se elige la potencia normalizada por la compañía suministradora superior y más próxima a la potencia de cálculo. Dadas estas condiciones, se puede seleccionar una potencia de:

Potencia calculo = 149,81 kW

No obstante esta potencia sigue siendo elevada para el uso previsto de cargas simultáneas durante el funcionamiento del local.

Prevedemos que parte de las comidas se realizarán durante la mañana, períodos en los que el local no está disponible al público. Por otro lado, en función de la previsión de clientes que variarán en función de las fechas, se prevé el cierre temporal de la primera planta en fechas de poca clientela, con lo que reducimos notablemente el gasto energético.

Podemos establecer dos diferentes potencias a contratar en función de la operatividad completa o no del local:

- Las 2 plantas abiertas:

Possible potencia a contratar = 120 kW

- Únicamente planta principal abierta:

Possible potencia a contratar = 90 kW

Una vez establecido estas condiciones, y conociendo las características de la facturación mediante maxímetro, según explicamos en el apartado 2.1.2.4.4., elegimos una potencia a contratar de:

Potencia a contratar = 105 kW

2.1.2.4.1. Medición de la potencia de consumo

La medición de la potencia de consumo se realizará mediante un maxímetro. Este aparato sustituye al interruptor de control de potencia (I.C.P.) y evitará que la luz salte cuando demande más potencia de la contratada, siempre que no se supere la máxima admitida por la instalación.

El maxímetro es un aparato que instalado junto al contador tiene la misión de registrar la potencia máxima demandada por un cliente durante un período de 15 minutos y que sirve para establecer el término de potencia a facturar en el período mensual de facturación.

A través del uso del maxímetro, se podrá ahorrar en la factura en el término de potencia, además de la ventaja adicional de evitar los cortes por demanda de potencia.

Para contratar el maxímetro, se deberá tener en cuenta la potencia máxima que demandará, teniendo en cuenta que el aparato sólo registra potencias demandadas en períodos de 15 minutos. Generalmente, los aparatos receptores de la instalación tendrán una potencia de arranque superior a la de funcionamiento, por lo que no queda registrada en el maxímetro.

2.1.2.4.2. Instalación del maxímetro

El máxímetro puede ir incorporado a cualquier contador. Generalmente se suele colocar en el contador de activa de los equipos de medida.

Las lecturas registradas tanto por el contador de activa como por el máxímetro o máxímetros, las discriminaciones horarias, etc. pueden leerse a través de la pantalla del contador. Con estos contadores, ya no se necesitará tener un contador para cada tipo de consumo y para registrar la potencia, dado que, como su nombre indica, integran varios contadores en uno.

2.1.2.4.3. Funcionamiento del máxímetro

La misión que tiene el máxímetro es registrar la potencia máxima demandada por un cliente durante un período de 15 minutos, la cual va a servir para establecer el término de potencia del período de facturación.

El contador lleva incorporado un cuadrante graduado en kilowatios en el que se mueven dos agujas: una negra que está prendida solamente y una roja que es accionada por el equipo móvil del contador, arrastrando en su movimiento a la aguja negra. La posición máxima que alcanza la aguja roja en cada período de 15 minutos, es proporcional a la potencia media registrada en la instalación, y aunque registra las puntas originadas por motores, cortocircuitos, etc., al ser éstas de corta duración su efecto queda prácticamente anulado al repartirse en los 15 minutos.

La aguja roja vuelve a cero cada 15 minutos, quedando fija la aguja negra en la posición a que ha sido arrastrada.

Supongamos que en un período de 15 minutos el máxímetro alcanza una potencia de 90 kW; si en el período siguiente la potencia se elevara a 98 kW, la aguja roja arrastraría a la negra hasta la nueva posición. Si la potencia se quedara en 82 kW (valor por debajo del anterior), la aguja roja no llegaría hasta la posición en que se encuentra la negra, por lo que la posición de esta última no variaría.

Hay que tener presente que la indicación del máxímetro no hace referencia a los kWh consumidos, ya que éstos son registrados por el totalizador ordinario del contador, sino que se refiere a los kilowatios de potencia media empleados en el período de 15 minutos de mayor consumo:

$$\text{kW medios} = \text{kWh consumidos en 15 minutos} / 15 \text{ minutos.}$$

Los períodos de integración de 15 minutos los da el contactor horario instalado independientemente del contador de energía. Este contactor mantiene energizada la bobina del máxímetro durante un período de 15 minutos, al cabo de los cuales se abre el contacto durante 15 segundos aproximadamente, lo que permite la caída de la aguja roja a la posición de cero, y de esta forma se irán repitiendo sucesivamente los períodos.

2.1.2.4.4. Facturación mediante maxímetro

Se cuantifica de tres formas en función de lo que marca:

- Si la potencia marcada por el maxímetro es menor del 85% de la potencia contratada, se factura el 85% de dicha potencia contratada.
- Si la potencia marcada por el maxímetro es mayor del 85% y menor del 105% de la potencia contratada, se factura la potencia marcada por el maxímetro.
- Si la potencia marcada por el maxímetro es mayor del 105% de la potencia contratada, se factura la potencia que marca el maxímetro más el doble de la diferencia entre la potencia marcada y el 105% de la potencia contratada.

2.1.2.4.5. Tipo de tarifa para la demanda eléctrica

Las tarifas de aplicación general a todos los abonados en Baja Tensión son las de tipo 3.0 General y 4.0 (también están las 1.0 Potencia hasta 770 W y 2.0 General, potencia no superior a 15 KW, pero son para potencias menores). Tanto a la primera como la segunda se le aplican complementos para energía reactiva (factor de potencia) y discriminación horaria, pero no por estacionalidad ni interrupción.

La tarifa 3.0 es para suministro de Baja Tensión de utilización normal, y la 4.0 es para suministros de Baja Tensión de larga duración. Se elige la tarifa tipo 3.0.2 suministrada por la empresa FECSA-ENDESA (ver tabla 2.1.2.).

ANEXOS

Tarifa	Condiciones de aplicación	Término de potencia en €/kW mes	Término de energía €/kWh
Baja Tensión			
Tarifa Social	Potencia inferior a 3 kW(1)	0,000000	0,109612
1.0	General, potencia no superior a 1 kW(1)	0,388713	0,087373
2.0.1	General, potencia no superior a 2,5 kW(1)	1,621373	0,109612
2.0.2	General, potencia no superior a 5 kW(1)	1,634089	0,107994
2.0.3	General, potencia no superior a 10 kW(1)	1,642355	0,106888
3.0.1	General, potencia no superior a 15 kW(1)	1,752513	0,107338
3.0.2	General, potencia superior a 15 kW	1,988549	0,101941
Alta Tensión			
G.4	G.4 de grandes consumidores	13.15770	0,01507
D.1	No superior a 36 kW(2)	2,638657	0,066432
D.2	Mayor a 36 kW, y no superior a 72,5kW(2)	2,490768	0,063374
D.3	Mayor a 72.5 kW, y no superior a 145kW(2)	2,428498	0,061152
D.4	Mayor a 145 kW(2)	2,350662	0,059484

Tabla 2.1.2. Tipos de tarifas y tarifa elegida.

2.1.3. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La presente instalación eléctrica, se realizará cumpliendo en todo momento con lo prescrito en el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, Real Decreto 842/2002 y las Instrucciones Técnicas Complementarias del mismo, publicadas al respeto.

2.1.3.1. INSTALACIONES EN LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA

El local restaurante se clasifica según la ITC-BT-28 como “instalaciones en locales de pública concurrencia”.

Las instalaciones en los locales de pública concurrencia, cumplirán con las condiciones de carácter general que se detallan a continuación:

- El cuadro general de distribución deberá colocarse en el punto más próximo posible a la entrada de la línea general de distribución y se colocará junto a él los dispositivos de mando y protección establecidos en la ITC-BT-17.

ANEXOS

- Del cuadro general saldrán las líneas que alimentan directamente los aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución a las que se conectará mediante cajas o a través de cuadros secundarios de distribución los distintos circuitos alimentadores. Los aparatos receptores que consuman más de 16 amperios se alimentarán directamente desde el cuadro general o desde los cuadros secundarios.
- El cuadro general de distribución e, igualmente, los cuadros secundarios, se instalarán en lugares a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras del fuego. Los conjuntos de protección y medida podrán instalarse en otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica, y siempre antes del cuadro general.
- En el cuadro general de distribución o en los secundarios se dispondrán dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenecen.
- En las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público, el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas. Cada una de estas líneas estarán protegidas en su origen contra sobrecargas, cortocircuitos, y si procede contra contactos indirectos
- Las canalizaciones deben realizarse según lo dispuesto en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20 y estarán constituidas por:
 - Conductores aislados, de tensión asignada no inferior a 450/750 V, colocados bajo tubos o canales protectores, preferentemente empotrados en especial en las zonas accesibles al público.
 - Conductores aislados, de tensión asignada no inferior a 450/750 V, con cubierta de protección, colocados en huecos de la construcción totalmente contruidos en materiales incombustibles de resistencia al fuego RF-120, como mínimo.
 - Conductores rígidos aislados, de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV, armados, colocados directamente sobre las paredes.
- Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.

- Los cables eléctricos a utilizar en las instalaciones de tipo general y en el conexionado interior de cuadros eléctricos en este tipo de locales, serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5; o a la norma UNE 21.1002 (según la tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción.
- Los elementos de conducción de cables con características equivalentes a los clasificados como “no propagadores de la llama” de acuerdo con las normas UNE-EN 50.085-1 y UNEEN 50.086-1, cumplen con esta prescripción.
- Los cables eléctricos destinados a circuitos de servicios de seguridad no autónomos o a circuitos de servicios con fuentes autónomas centralizadas, deben mantener el servicio durante y después del incendio, siendo conformes a las especificaciones de la norma UNE-EN 50.200 y tendrán emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a la norma UNE 21.123 partes 4 ó 5, apartado 3.4.6, cumplen con la prescripción de emisión de humos y opacidad reducida.
- Las fuentes propias de energía de corriente alterna a 50 Hz, no podrán dar tensión de retorno a la acometida o acometidas de la red de Baja Tensión pública que alimenten al local de pública concurrencia.

2.1.3.2. ACOMETIDA

Es parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la caja general de protección o unidad funcional equivalente (CGP). Los conductores serán de cobre o aluminio. Esta línea está regulada por la ITC-BT-11.

La acometida será del tipo aéreo subterránea. Es un tipo de acometida que se realiza parte en instalación aérea y parte en instalación subterránea.

El proyecto e instalación de los distintos tramos de la acometida se realizará en función de su trazado, de acuerdo con los apartados que le corresponden de esta instrucción, teniendo en cuenta las condiciones de su instalación.

En el paso de acometidas subterráneas a aéreas, el cable irá protegido desde la profundidad establecida según ITC-BT-07 y hasta una altura mínima de 2,5 m por encima del nivel del suelo, mediante un conducto rígido de las características siguientes:

- Resistencia al impacto: Fuerte (6 julios).
- Temperatura mínima de instalación y servicio: - 5 °C.
- Temperatura máxima de instalación y servicio: + 60 °C.
- Propiedades eléctricas: Continuidad eléctrica / aislante.
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos: $D > 1 \text{ mm}$.

- Resistencia a la corrosión (conductos metálicos): Protección interior media, exterior alta.
- Resistencia a la propagación de la llama: No propagador.

Por último, cabe señalar que la acometida será parte de la instalación constituida por la empresa suministradora FECSA-ENDESA, por lo tanto su diseño debe basarse en las normas particulares de misma. Debido a esto el diseño de esta parte queda fuera del presente proyecto, con todo lo que ello conlleva, siendo el responsable de la misma la empresa suministradora.

2.1.3.3. CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN

Es la caja que aloja los elementos de protección de las líneas generales de alimentación.

2.1.3.3.1. Emplazamiento e instalación

Se instalará preferentemente sobre las fachadas exteriores de los edificios, en lugares de libre y permanente acceso. Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora.

Cuando la acometida sea subterránea se instalará siempre en un nicho en pared, que se cerrará con una puerta preferentemente metálica, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50.102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión, disponiendo de una cerradura o candado normalizado por la empresa suministradora. La parte inferior de la puerta se encontrará a un mínimo de 30 cm del suelo.

En el nicho se dejarán previstos los orificios necesarios para alojar los conductos para la entrada de las acometidas subterráneas de la red general, conforme a lo establecido en la ITC-BT-21 para canalizaciones empotradas.

En todos los casos se procurará que la situación elegida, esté lo más próxima posible a la red de distribución pública y que quede alejada o en su defecto protegida adecuadamente, de otras instalaciones tales como de agua, gas, teléfono, etc..., según se indica en ITC-BT-06 y ITC-BT-07.

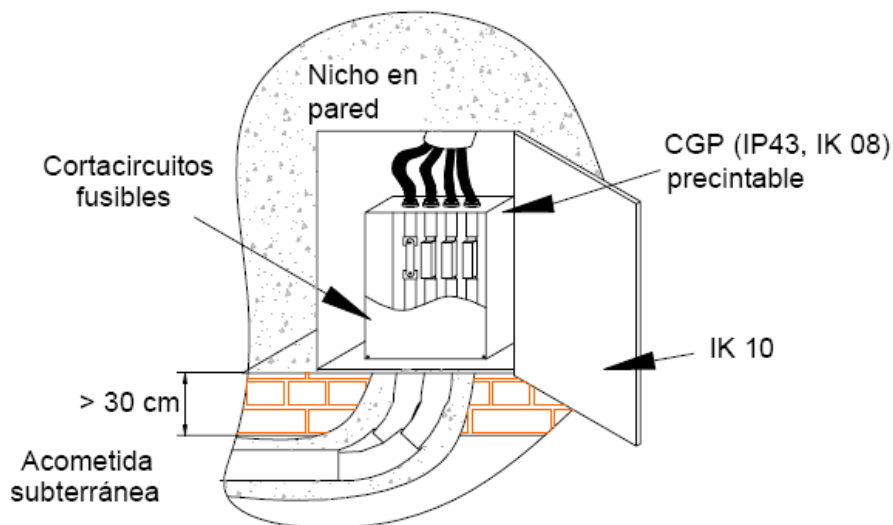


Imagen 2.1.1. Caja general de protección (CGP) con acometida subterránea.

2.1.3.4. CAJA DE PROTECCIÓN Y MEDIDA

Para el caso de suministros para un único usuario alimentado desde el mismo lugar conforme a los esquemas 2.1 y 2.2.1 de la Instrucción ITC-BT-12, al no existir línea general de alimentación, podrá simplificarse la instalación colocando en un único elemento, la caja general de protección y el equipo de medida; dicho elemento se denominará caja de protección y medida.

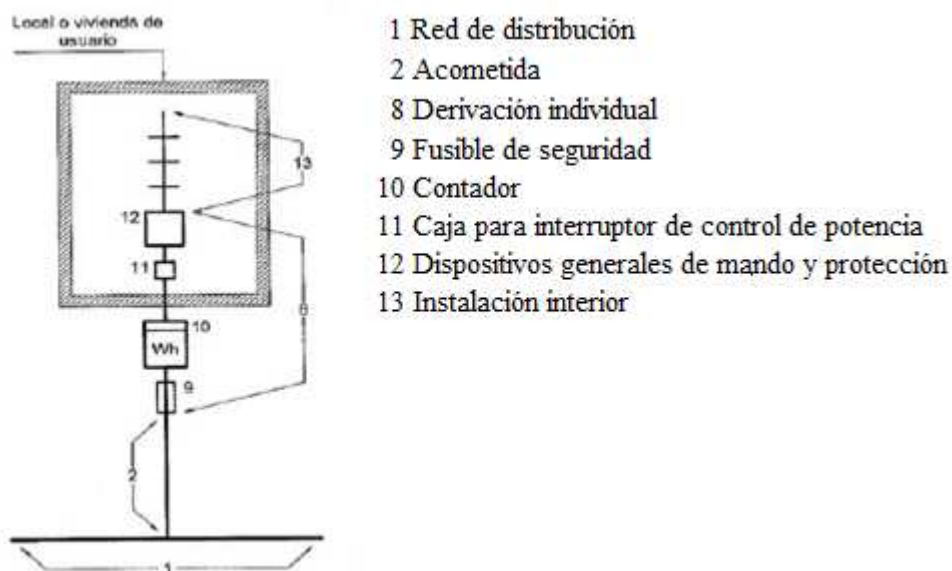


Imagen 2.1.2. Instalación de enlace para un solo usuario.

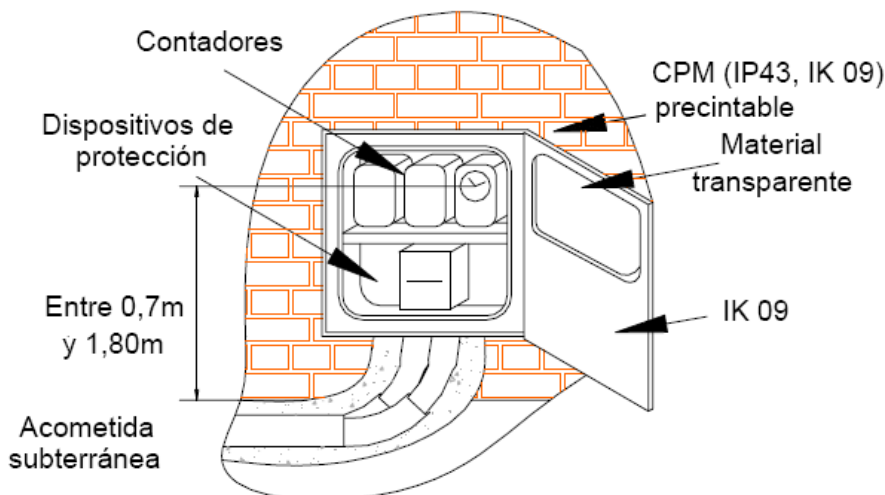


Imagen 2.1.3. Caja general de protección y medida (CPM) con acometida subterránea.

2.1.3.4.1. Emplazamiento e instalación

Es aplicable lo indicado en el apartado 2.1.3.3.1 del presente anexo, salvo que no se admitirá el montaje superficial. Además, los dispositivos de lectura de los equipos de medida deberán estar instalados a una altura comprendida entre 0,7 m y 1,80 m.

2.1.3.4.2. Tipos y características

La caja de protección y medida a utilizar corresponderá a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la Administración Pública competente, en función del número y naturaleza del suministro.

La caja de protección y medida cumplirá todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN 60.439 -1, tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la UNE-EN 60.439 -3, una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20.324 e IK09 según UNE-EN 50.102 y serán precintables.

La envolvente deberá disponer de la ventilación interna necesaria que garantice la no formación de condensaciones.

El material transparente para la lectura, será resistente a la acción de los rayos ultravioleta.

2.1.3.5. CONTADOR

2.1.3.5.1. Generalidades

El contador a instalar vendrá fijado por el tipo de tarifa eléctrica contratada y deberá cumplir la norma UNE - EN 60.439. El grado de protección mínimo que habrán de cumplir

estos aparatos serán de IP 40; IK 09. El contador tendrá que permitir de forma directa la lectura de contadores e interruptores horarios así como el resto de dispositivos de medida.

Los cables serán de una tensión asignada de 450/750 V y los conductores de cobre, de clase 2 según la norma UNE-21.022 con un aislamiento seco; dichos cables, se identificarán según los colores prescritos a la ITC-BT-26. Los cables no serán propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.

Por lo que refiere a su punto de instalación, será en la misma caja de protección y medida según los tipos y características indicados en el apartado dos de la ITC - BT - 13 con un fusible protector en cada conductor de fase que acomete al contador y el dispositivo para discriminación horaria.

Dicho esto, la misma compañía eléctrica se encarga de proporcionar el contador al cliente.

2.1.3.5.2. Colocación de forma individual

Esta disposición se utilizará sólo cuando se trate de un suministro a un único usuario independiente o a dos usuarios alimentados desde un mismo lugar.

Se hará uso de la Caja de Protección y Medida, de los tipos y características indicados en el apartado 2 de ITC MIE-BT-13, que reúne bajo una misma envoltura, los fusibles generales de protección, el contador y el dispositivo para discriminación horaria. En este caso, los fusibles de seguridad coinciden con los generales de protección.

El emplazamiento de la Caja de Protección y Medida se efectuará de acuerdo a lo indicado en el apartado 2.1 de la ITC MIE-BT-13.

Para suministros industriales, comerciales o de servicios con medida indirecta, dada la complejidad y diversidad que ofrecen, la solución a adoptar será la que se especifique en los requisitos particulares de la empresa suministradora para cada caso en concreto, partiendo de los siguientes principios:

- Fácil lectura del equipo de medida.
- Acceso permanente a los fusibles generales de protección.
- Garantías de seguridad y mantenimiento.

El usuario será responsable del quebrantamiento de los precintos que coloquen los organismos oficiales o las empresas suministradoras, así como de la rotura de cualquiera de los elementos que queden bajo su custodia, cuando el contador esté instalado dentro de su local o vivienda. En el caso de que el contador se instale fuera, será responsable el propietario del edificio.

2.1.3.6. LÍNEA DEL GENERADOR ELÉCTRICO

Es la línea que enlaza un generador eléctrico con el entramado del cuadro general o un cuadro secundario.

Según lo establecido en la ITC-BT-28, los locales de pública concurrencia dispondrán de suministro de seguridad.

Estas instalaciones se ubicarán en un lugar fijo y de forma que no puedan ser afectadas por ningún problema de la red normal. Además, tendrán que cumplir las siguientes condiciones:

- Se instalarán en un lugar propicio accesible, sólo, para las personas cualificadas.
- El emplazamiento estará convenientemente ventilado, de forma que los gases y los humos que produzcan no puedan propagarse por los lugares accesibles a las personas.
- Cuando exista una única fuente de seguridad, esta no puede ser utilizada para otros usos. En cambio, cuanto existan otras fuentes, pueden ser utilizadas igualmente como fuente de seguridad siempre y cuando, en el caso de que falle una de ellas, la potencia disponible sea la suficiente para garantizar el funcionamiento de los servicios de seguridad.

Se pueden utilizar las siguientes fuentes de alimentación:

- Baterías de acumuladores.
- Generadores independientes.
- Derivaciones separadas de la red de distribución, independientes de la alimentación normal.

Se ha considerado como fuente de alimentación de seguridad un generador independiente, que se situará en el exterior del local en un pequeño cobertizo. Normalmente los generadores suministran energía eléctrica a los servicios prioritarios de una instalación cuando falla el suministro normal, en este caso hemos considerado como parte prioritaria de la instalación el alumbrado de emergencia y los ventiladores de extracción.

La potencia aparente del generador depende de la potencia activa que debe suministrar y del factor de potencia de la instalación receptora. Responde a la siguiente ecuación:

$$S_p = \frac{P}{\cos\phi}$$

Expresión 2.1.1

Donde:

Sp: potencia aparente del generador (kVA).

P: potencia activa de la instalación (kW).

$\cos\phi$: factor de potencia de la instalación.

2.1.3.7. INSTALACIONES DE ENLACE

2.1.3.7.1. Derivación individual

Es la parte de la instalación que, partiendo de la caja de protección y medida, suministra energía eléctrica a una instalación, comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección. Está regulada por la ITC-BT-15.

Las derivaciones individuales estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN 60.439 -2.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos al efecto.

Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V como mínimo. Para el caso de cables multiconductores o para el caso de derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de tensión asignada 0,6/1 kV. La sección mínima será de 6 mm² para los cables polares, neutro y protección y de 1,5 mm² para el hilo de mando (para aplicación de las diferentes tarifas), que será de color rojo.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5 o a la norma UNE 211002 cumplen con esta prescripción.

2.1.3.7.2. Dispositivos generales e individuales de mando y protección

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual. En establecimientos en los que proceda, se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimento independiente y precintable. Dicha caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, podrán estar instalados en varios cuadros.

Los cuadros estarán situados a una altura, medida desde el nivel del suelo, entre 1 y 2 metros.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNEEN 60.439 -3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, de intensidad nominal mínima 25 A, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos (según ITC-BT-22). Tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4,5 kA como mínimo. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general, de intensidad asignada superior o igual a la del interruptor general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos (según ITC-BT-24). Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \cdot I_a \leq U$$

Expresión 2.1.2

Donde:

R_a : la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

I_a : la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de protección (corriente diferencial-residual asignada).

U : la tensión de contacto límite convencional (50 V en locales secos y 24 V en locales húmedos).

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores (según ITC-BT-22).

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobre intensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobre intensidades previsibles.

2.1.3.8. INSTALACIONES INTERIORES

2.1.3.8.1. Conductores

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados. La tensión asignada no será inferior a 450/750 V. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3% para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior (3-5 %) y la de la derivación individual (1,5 %), de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas (4,5-6,5 %). Para instalaciones que se alimenten directamente en alta tensión, mediante un transformador propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen a la salida del transformador, siendo también en este caso las caídas de tensión máximas admisibles del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional. En zonas con riesgo de incendio la intensidad admisible se reducirá en un 15%.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente.

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm ²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm ²)
$S < 16$ $16 < S \leq 35$ $S > 35$	$S (*)$ 16 $S/2$
(*) Con un mínimo de: 2,5 mm ² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica 4 mm ² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica	

Tabla 2.1.3. Sección mínima de los conductores.

2.1.3.8.2. Identificación de conductores

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

2.1.3.8.3. Subdivisión de las instalaciones

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por ejemplo a un sector del edificio, a una planta, a un solo local, etc., para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Toda instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- Evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- Facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- Evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

2.1.3.8.4. Equilibrado de cargas

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares.

2.1.3.8.5. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente.

Tensión nominal de la instalación	Tensión de ensayo en corriente continua (v)	Resistencia de aislamiento (MΩ)
Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS) Muy Baja Tensión de protección (MBTP)	250	≥ 0,25
Inferior o igual a 500 V, excepto caso anterior	500	≥ 0,5
Superior a 500 V	1000	≥ 1,0
Nota: Para instalaciones a MBTS y MBTP, véase la ITC-BT-36		

Tabla 2.1.4. Resistencia de aislamiento según el tipo de instalación.

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

2.1.3.8.6. Conexiones

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.

2.1.3.8.7. Sistema de instalación. Prescripciones Generales

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimiento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una

temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envoltentes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

2.1.3.9. SISTEMA DE INSTALACIÓN DE LOS CONDUCTORES

2.1.3.9.1. Particularidades

Los sistemas de instalación de las canalizaciones en función de los tipos de conductores o cables deben estar de acuerdo con la tabla 1 del ITC-BT-20, siempre y cuando las influencias externas estén de acuerdo con las prescripciones de las normas de canalizaciones correspondientes. Los sistemas de instalación de las canalizaciones, en función de la situación deben estar de acuerdo con la tabla 2 del ITC-BT-20.

Conductores y cables		Sistemas de instalación						
		Sin fijación	Fijación directa	Tubos	Canales y molduras	Conductos de sección no circular	Bandejas de escalera Bandejas soportes	Sobre aisladores Con fiador
Conductores desnudos		-	-	-	-	-	-	+
Conductores aislados		-	-	+	*	+	-	+
Cables con cubierta	Multi-polares	+	+	+	+	+	+	0
	Uni-polares	0	+	+	+	+	+	0
+ : Admitido - : No admitido 0 : No aplicable o no utilizado en la práctica * : Se admiten conductores aislados si la tapa sólo puede abrirse con un útil o con una acción manual importante y la canal es IP 4X o IP XXD								

Tabla 2.1.5. Elección de las canalizaciones.

ANEXOS

Situaciones		Sistemas de instalación							
		Sin fijación	Fijación directa	Tubos	Canales y molduras	Conductos de sección no circular	Bandejas de escalera Bandejas soportes	Sobre aisladores	Con fiador
Huecos de la construcción	accesibles	+	+	+	+	+	+	-	0
	no accesibles	+	0	+	0	+	0	-	-
Canal de obra		+	+	+	+	+	+	-	-
Enterrados		+	0	+	-	+	0	-	-
Empotrados en estructuras		+	+	+	+	+	0	-	-
En montaje superficial		-	+	+	+	+	+	+	-
Aéreo		-	-	(*)	+	-	+	+	+
+ : Admitido - : No admitido 0 : No aplicable o no utilizado en la práctica (*) : No se utilizan en la práctica salvo en instalaciones cortas y destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida									

Tabla 2.1.6. Situación de las canalizaciones.

2.1.3.9.2. Conductores aislados bajo tubos protectores

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN 50.086 -2-2.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí

ANEXOS

más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.

- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.

ANEXOS

- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen.
- Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

2.1.3.9.3. Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 k, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

2.1.3.9.4. Conductores aislados enterrados

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

2.1.3.9.5. Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquella en partes bajas del hueco, etc.

2.1.3.9.6. Conductores aislados bajo canales protectores

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la

penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada. La tapa de los canales quedará siempre accesible.

2.1.3.9.7. Conductores aislados bajo molduras

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos. Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables. En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.
- La anchura de las ranuras destinadas a recibir cables rígidos de sección igual o inferior a 6 mm² serán, como mínimo, de 6 mm.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

- Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras serán obtusos.
- Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 cm por encima del suelo.
- En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5 cm por encima del suelo.
- Cuando no puedan evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso (agua, gas, etc.), se utilizará una moldura especialmente concebida para estos

cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce. La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo de 1 cm en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce y 3 cm, en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.

- Las conexiones y derivaciones de los conductores se hará mediante dispositivos de conexión con tornillo o sistemas equivalentes.
- Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otro material, debiendo quedar su cubierta siempre al aire.
- Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que la pared está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.

2.1.3.9.8. Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

2.1.4. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
 - Cortocircuitos.
 - Descargas eléctricas atmosféricas.
- a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado. El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.
- b) Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra

sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados. Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

La norma UNE 20.460 -4-43 recoge todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección. La norma UNE 20.460 -4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 -4-43 según sea por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión.

2.1.5. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

2.1.5.1. CATEGORÍAS DE LAS SOBRETENSIONES

Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben de tener los equipos, determinando, a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible daño de dichos equipos.

Se distinguen 4 categorías diferentes, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación.

TENSION NOMINAL DE LA INSTALACIÓN		TENSION SOPORTADA A IMPULSOS 1,2/50 (kV)			
SISTEMAS TRIFÁSICOS	SISTEMAS MONOFÁSICOS	CATEGORÍA IV	CATEGORÍA III	CATEGORÍA II	CATEGORÍA I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690 1000	-- --	8	6	4	2,5

Tabla 2.1.7. Tensión de aguante a impulsos.

Categoría I

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija (ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc). En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

Categoría II

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija (electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares).

Categoría III

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad (armarios de distribución, embarrados, apartamento: interruptores, seccionadores, tomas de corriente, etc, canalizaciones y sus accesorios: cables, caja de derivación, etc, motores con conexión eléctrica fija: ascensores, máquinas industriales, etc).

Categoría IV

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores de energía, aparatos de telemedida, equipos principales de protección contra sobreintensidades, etc).

2.1.5.2. MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LAS SOBRETENSIONES

Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- 1) Situación natural: cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias, pues se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en la instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad). En este caso se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos indicada en la tabla de categorías, y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.
- 2) Situación controlada: cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias en el origen de la instalación, pues la instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados.

También se considera situación controlada aquella situación natural en que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad (continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.).

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

2.1.5.3. SELECCIÓN DE LOS MATERIALES EN LA INSTALACIÓN

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla anterior, según su categoría.

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla, se pueden utilizar, no obstante:

- En situación natural, cuando el riesgo sea aceptable.
- En situación controlada, si la protección contra las sobretensiones es adecuada.

2.1.6. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

2.1.6.1. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

2.1.6.1.1. Protección por aislamiento de las partes activas

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

2.1.6.1.2. Protección por medio de barreras o envolventes

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE 20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IPXXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta.
- bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes.

- bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

2.1.6.1.3. Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

2.1.6.2. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \cdot I_a \leq U$$

Expresión 2.1.3

Donde:

R_a : es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

I_a : es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.

U : es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

2.1.7. RECEPTORES DE ALUMBRADO

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquellos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

A este tipo de receptores pertenecen las distintas líneas de iluminación de los locales, incluyendo las líneas que alimentan al alumbrado de emergencias de los distintos locales. Esta relación puede encontrarse en la tabla especificada en el apartado de previsión de cargas, o en el anexo XX de cálculos de instalación eléctrica.

2.1.8. RECEPTORES A MOTOR

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor.

Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que, corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA		MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA	
Potencia nominal del motor	Constante máxima de proporcionalidad entre la intensidad de la corriente de arranque y la de plena carga	Potencia nominal del motor	Constante máxima de proporcionalidad entre la intensidad de la corriente de arranque y la de plena carga
De 0,75 kW a 1,5 kW	2,5	De 0,75 kW a 1,5 kW	4,5
De 1,5 kW a 5,0 kW	2,0	De 1,5 kW a 5,0 kW	3,0
De más de 5,0 kW	1,5	De 5,0 kW a 15,0 kW	2,0
		De más de 15,0 kW	1,5

Tabla 2.1.8. Potencia del motor y su relación de arranque y marcha.

2.1.9. PUESTA A TIERRA

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

2.1.9.1. TOMAS DE TIERRA

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos.
- pletinas, conductores desnudos.
- placas.
- anillos o mallas metálicas constituidas por los elementos anteriores o sus combinaciones.
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas.
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

2.1.9.2. CONDUCTORES DE TIERRA

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según apartado 3.4	16 mm ² Cobre 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm ² Cobre 50 mm ² Hierro	
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente		

Tabla 2.1.9. Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

2.1.9.3. BORNES DE PUESTA A TIERRA

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

2.1.10. CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

2.1.10.1. CÁLCULO DE POTENCIAS

Calcularemos la potencia real de un tramo sumando la potencia instalada de los receptores que alimenta, y aplicando la simultaneidad adecuada y los coeficientes impuestos por el **REBT**. Entre estos últimos cabe destacar:

- Factor de **1'8** a aplicar en tramos que alimentan a puntos de luz con lámparas o tubos de descarga. (Instrucción **ITC-BT-09**, apartado 3 e Instrucción **ITC-BT 44**, apartado 3.1 del **REBT**).

- Factor de **1'25** a aplicar en tramos que alimentan a uno o varios motores, y que afecta a la potencia del mayor de ellos. (Instrucción **ITC-BT-47**, apartado. 3 del **REBT**).

2.1.10.2. CÁLCULO DE INTENSIDADES

Determinaremos la intensidad por aplicación de las siguientes expresiones:

- Distribución monofásica:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} \quad \text{Expresión 2.1.4}$$

Siendo:

V: Tensión (V).

P: Potencia (W).

I: Intensidad de corriente (A).

Cos φ : Factor de potencia.

- Distribución trifásica:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} \quad \text{Expresión 2.1.5}$$

Siendo:

V: Tensión entre hilos activos.

2.1.10.3. CÁLCULO DE LA SECCIÓN

Para determinar la sección de los cables utilizaremos tres métodos de cálculo distintos:

- Calentamiento.
- Limitación de la caída de tensión en la instalación (momentos eléctricos).
- Limitación de la caída de tensión en cada tramo.

Adoptaremos la sección nominal más desfavorable de las tres resultantes, tomando como valores mínimos **1,50 mm²** para alumbrado y **2,50 mm²** para fuerza.

2.1.10.3.1. Cálculo de la sección por calentamiento

Aplicaremos para el cálculo por calentamiento lo expuesto en la norma **UNE 20.460-94/5-523**. La intensidad máxima que debe circular por un cable para que éste no se deteriore viene marcada por las tablas **52-C1** a **52-C14**, y **52-N1**. En función del método de instalación adoptado de la tabla **52-B2**, determinaremos el método de referencia según **52-B1**, que en función del tipo de cable nos indicará la tabla de intensidades máximas que hemos de utilizar.

La intensidad máxima admisible se ve afectada por una serie de factores como son la temperatura ambiente, la agrupación de varios cables, la exposición al sol, etc. que generalmente reducen su valor. Hallaremos el factor por temperatura ambiente a partir de las tablas **52-D1** y **52-N2**. El factor por agrupamiento, de las tablas **52-E1**, **52-N3**, **52-N4 A** y **52-N4 B**. Si el cable está expuesto al sol, o bien, se trata de un cable con aislamiento mineral, desnudo y accesible, aplicaremos directamente un **0,9**. Si se trata de una instalación enterrada bajo tubo, aplicaremos un **0,8** a los valores de la tabla **52-N1**.

Para el cálculo de la sección, dividiremos la intensidad de cálculo por el producto de todos los factores correctores, y buscaremos en la tabla la sección correspondiente para el valor resultante. Para determinar la intensidad máxima admisible del cable, buscaremos en la misma tabla la intensidad para la sección adoptada, y la multiplicaremos por el producto de los factores correctores.

2.1.10.3.2. Método de los momentos eléctricos

Este método nos permitirá limitar la caída de tensión en toda la instalación a **4,50%** para alumbrado y **6,50%** para fuerza. Para ejecutarlo, utilizaremos las siguientes fórmulas:

- Distribución monofásica:

$$S = \frac{2 \cdot \lambda}{K \cdot e \cdot U_n}; \quad \lambda = \sum (L_i \cdot P_i) \quad \text{Expresión 2.1.6}$$

Siendo:

S: Sección del cable (mm²).

λ : Longitud virtual.

E: Caída de tensión (V).

K: Conductividad.

L_i = Longitud desde el tramo hasta el receptor (m)

P_i = Potencia consumida por el receptor (W)

U_n = Tensión entre fase y neutro (V)

- Distribución trifásica:

$$S = \frac{\lambda}{K \cdot e \cdot U_n}; \quad \lambda = \sum (L_i \cdot P_i) \quad \text{Expresión 2.1.7}$$

Siendo:

U_n : Tensión entre fases (V)

2.1.10.4. CAÍDA DE TENSIÓN

Una vez determinada la sección, calcularemos la caída de tensión en el tramo aplicando las siguientes fórmulas:

- Distribución monofásica:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{K \cdot S \cdot U_n} \quad \text{Expresión 2.1.8}$$

Siendo:

e: Caída de tensión (V).

S: Sección del cable (mm²).

K: Conductividad.

L: Longitud del tramo (m).

P: Potencia de cálculo (W).

U_n : Tensión entre fase y neutro (V).

- Distribución trifásica:

$$e = \frac{P \cdot L}{K \cdot S \cdot U_n} \quad \text{Expresión 2.1.9}$$

Siendo:

U_n : Tensión entre fases (V).

2.1.10.5. MÉTODOS DE INSTALACIÓN EMPLEADOS EN CIRCUITOS

2.1.10.5.1. Instalación en RV 0,6/1 kV Cu Enterrado bajo tubo

Referencia	RV 0,6/1 kV Cu Enterrado bajo tubo
Tipo de instalación (UNE 20.460 Parte 5-523)	Cables uni o multiconductores aislados instalados en tubos enterrados. Resistividad térmica del terreno = 1

ANEXOS

	K·m/W. Profundidad de los cables = 0,70m. Un cable por tubo.
Disposición	En caso de más de un circuito, la distancia entre tubos es nula
Temperatura ambiente (°C)	25
Exposición al sol	No
Tipo de cable	unipolar
Material de aislamiento	XLPE (Polietileno reticulado)
Tensión de aislamiento (V)	0,6/1 kV
Material conductor	Cu
Conductividad ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	56,00
Tabla de intensidades máximas para 2 conductores	52-N1, col.3 Cu
Tabla de intensidades máximas para 3 conductores	52-N1, col.3 Cu
Tabla de tamaño de los tubos	ITC-BT-21 Tabla 9
Listado de las líneas de la instalación que utilizan este método	Acometida. Derivación individual.

2.1.10.5.2. Instalación en PVC 750V Cu Empotrado bajo tubo flexible PVC

Referencia	PVC 750V Cu Empotrado bajo tubo flexible PVC
Tipo de instalación (UNE 20.460 Parte 5-523)	Conductores aislados en tubos empotrados en paredes térmicamente aislantes. La pared interior tiene una conductividad térmica no inferior a 10 W/m·K.
Disposición	
Temperatura ambiente (°C)	40
Exposición al sol	No
Tipo de cable	unipolar
Material de aislamiento	PVC (Policloruro de vinilo)
Tensión de aislamiento (V)	450/750
Material conductor	Cu
Conductividad ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	56,00
Tabla de intensidades máximas para 2 conductores	52-C1, col.A Cu
Tabla de intensidades máximas para 3 conductores	52-C3, col.A Cu
Tabla de tamaño de los tubos	ITC-BT-21 Tabla 5
Listado de las líneas de la instalación que utilizan este método	C1 desde tramo 1-1 hasta tramo 1-11. C1 tramo 5-1.

ANEXOS

	<p>C1 tramo 6-1. C1 tramo 11-14. C10 desde tramo 1-2 hasta tramo 1-15. C10 tramo 4-1. C11 desde tramo 1-3 hasta tramo 1-8. C11 tramo 4-2. C11 tramo 4-1. C11 tramo 5-1. C11 tramo 6-1. C11 tramo 7-1. C11 tramo 8-1. C12 desde tramo 1-3 hasta tramo 1-8. C12 tramo 3-1. C12 tramo 3-2. C12 tramo 4-1. C12 tramo 5-1. C12 tramo 6-1. C12 tramo 7-1. C12 tramo 8-1. C15 desde tramo 1-3 hasta tramo 1-5. C15 tramo 3-1. C15 tramo 4-1. C15 tramo 4-2. C15 tramo 5-1. C2 desde tramo 1-2 hasta tramo 1-10. C2 tramo 7-1. C2 tramo 8-1. C22 tramo 1-2. C23 tramo 2-1 y 2-2. C25 desde tramo 1-2 hasta tramo 1-6 C25 desde tramo 3-1 hasta tramo 3-6. C3 desde tramo 1-1 hasta tramo 1-5. C3 tramo 4-1. C3 tramo 4-5. C3 tramo 4-6. C3 tramo 4-21. C3 tramo 4-17. C3 tramo 5-1. C3 tramo 2-1. C3 tramo 2-4. C3 tramo 3-14. C3 tramo 3-20. C3 tramo 3-21. C3 tramo 3-32.</p>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ANEXOS

	C3 tramo 3-33. C3 tramo 3-1. C4 desde tramo 1-2 hasta tramo 1-6. C4 tramo 2-1. C4 tramo 2-2. C4 tramo 3-1. C4 tramo 4-1. C4 tramo 5-1. C4 tramo 6-1. C6 desde tramo 1-2 hasta tramo 1-7. C6 tramo 5-1. C6 tramo 6-1. C6 tramo 7-1. C6 tramo 3-1. C6 tramo 4-1. C7 tramo 1-2. C7 tramo 1-3. C7 desde tramo 3-1 hasta tramo 3-5. C7 desde tramo 4-1 hasta tramo 4-8. C8 tramo desde 1-3 hasta tramo 1-7.
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2.1.10.5.3. Instalación en PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial

Referencia	PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial
Tipo de instalación (UNE 20.460 Parte 5-523)	Conductores aislados en tubos sobre pared de madera o separados a una distancia inferior 0,3 veces el diámetro del tubo.
Disposición	
Temperatura ambiente (°C)	40
Exposición al sol	No
Tipo de cable	unipolar
Material de aislamiento	PVC (Policloruro de vinilo)
Tensión de aislamiento (V)	450/750
Material conductor	Cu
Conductividad ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	56,00
Tabla de intensidades máximas para 2 conductores	52-C1, col.B Cu
Tabla de intensidades máximas para 3 conductores	52-C3, col.B Cu
Tabla de tamaño de los tubos	ITC-BT-21 Tabla 2
Listado de las líneas de la instalación que utilizan este método	C1 desde tramo 4-1 hasta tramo 4-9. C1 desde tramo 4-10 hasta tramo 4-16.

ANEXOS

	<p>C1 desde tramo 5-2 hasta tramo 5-7. C1 desde tramo 3-1 hasta tramo 3-5. C1 desde tramo 6-2 hasta tramo 6-3. C1 desde tramo 8-1 hasta tramo 8-8. C1 desde tramo 10-1 hasta tramo 10-13. C1 desde tramo 9-1 hasta tramo 9-9. C1 desde tramo 11-1 hasta tramo 11-13. C10 tramo 1-1. C10 desde tramo 4-2 hasta tramo 4-14. C10 desde tramo 3-1 hasta tramo 3-5. C10 desde tramo 6-1 hasta tramo 6-2. C10 desde tramo 8-1 hasta tramo 8-2. C10 desde tramo 10-1 hasta tramo 10-2. C10 desde tramo 12-1 hasta tramo 12-9. C10 desde tramo 14-1 hasta tramo 14-11. C10 desde tramo 15-1 hasta tramo 15-9. C11 tramo 1-2. C12 tramo 1-2. C14 desde tramo 1-2 hasta tramo 1-8. C15 tramo 1-2. C15 tramo 2-1. C16 desde tramo 1-2 hasta tramo 1-15. C16 tramo 5-1. C16 tramo 9-1. C16 tramo 11-1. C16 tramo 14-1. C17 desde tramo 1-2 hasta tramo 1-11. C18 tramo 1-3. C19 desde tramo 1-3 hasta tramo 1-5. C20 tramo 4-1. C20 tramo 4-4. C20 tramo 4-7. C20 tramo 4-9. C20 tramo 9-1. C20 tramo 10-1. C20 tramo 6-1. C20 tramo 1-18. C20 tramo 1-21. C20 desde tramo 21-1 hasta tramo 21-2 C20 tramo 21-4. C20 tramo 1-20. C20 tramo 20-1. C20 tramo 17-1. C20 tramo 17-3.</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ANEXOS

	C20 tramo 17-5. C20 tramo 17-7. C20 desde tramo 17-9 hasta tramo 17-10. C21 tramo 1-2. C21 tramo 1-3. C21 tramo 1-4. C21 Tramo 1-5. C23 tramo 1-2. C24 tramo 1-2. C24 Tramo 1-3. C3 desde tramo 4-2 hasta tramo 4-4. C3 desde tramo 4-7 hasta tramo 4-16. C3 desde tramo 4-18 hasta tramo 4-20. C3 desde tramo 5-2 hasta tramo 5-7. C3 desde tramo 2-2 hasta tramo 2-3. C3 desde tramo 2-5 hasta tramo 2-7. C3 desde tramo 3-15 hasta tramo 3-19. C3 desde tramo 3-22 hasta tramo 3-31. C3 desde tramo 3-34 hasta tramo 3-43. C3 desde tramo 3-2 hasta tramo 3-13. C7 tramo 1-4. C8 tramo 1-2. C8 desde tramo 5-1 hasta tramo 5-14. C8 desde tramo 5-16 hasta tramo 5-21. C8 desde tramo 6-1 hasta tramo 6-10. C8 desde tramo 7-1 hasta tramo 7-21.
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2.1.10.5.4. Instalación en PVC 750V Cu en zócalos acanalados

Referencia	PVC 750V Cu en zócalos acanalados
Tipo de instalación (UNE 20.460 Parte 5-523)	Conductores aislados o cables unipolares dentro de zócalos acanalados.
Disposición	
Temperatura ambiente (°C)	40
Exposición al sol	No
Tipo de cable	unipolar
Material de aislamiento	PVC (Policloruro de vinilo)
Tensión de aislamiento (V)	450/750
Material conductor	Cu
Conductividad ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	56,00
Tabla de intensidades máximas para 2 conductores	52-C1, col.B Cu
Tabla de intensidades	52-C3, col.B Cu

ANEXOS

máximas para 3 conductores	
Tabla de tamaño de los tubos	
Listado de las líneas de la instalación que utilizan este método	C13 desde tramo 1-2 hasta tramo 1-5. C13 tramo 3-1. C16 tramo 4-1. C5 desde tramo 1-2 hasta tramo 1-7. C5 desde tramo 2-1 hasta tramo 2-2. C5 desde tramo 3-1 hasta tramo 3-2. C5 desde tramo 4-1 hasta tramo 4-2. C5 tramo 5-1. C5 desde tramo 6-1 hasta tramo 6-2. C5 tramo 7-1. C9 tramo 1-2.

2.1.10.5.5. Instalación en PVC 750V Cu en huecos de la construcción

Referencia	PVC 750V Cu en huecos de la construcción
Tipo de instalación (UNE 20.460 Parte 5-523)	Cables uni o multiconductores en huecos de obra de fábrica. $1,5De \leq V < 5De$.
Disposición	
Temperatura ambiente (°C)	40
Exposición al sol	No
Tipo de cable	unipolar
Material de aislamiento	PVC (Policloruro de vinilo)
Tensión de aislamiento (V)	450/750
Material conductor	Cu
Conductividad ($\Omega \cdot \text{mm}^2$)/m	56,00
Tabla de intensidades máximas para 2 conductores	52-C13, col.3 Cu
Tabla de intensidades máximas para 3 conductores	52-C13, col.5 Cu
Tabla de tamaño de los tubos	
Listado de las líneas de la instalación que utilizan este método	C18 tramo 1-2. C19 tramo 1-2.

2.1.10.5.6. Instalación en PVC 750V Cu bajo molduras

Referencia	PVC 750V Cu bajo molduras
Tipo de instalación (UNE 20.460 Parte 5-523)	Conductores aislados en molduras. Se supone que la conductividad térmica del medio circundante es baja

ANEXOS

	debido a los materiales de construcción y a los posibles espacios de aire.
Disposición	
Temperatura ambiente (°C)	40
Exposición al sol	No
Tipo de cable	unipolar
Material de aislamiento	PVC (Policloruro de vinilo)
Tensión de aislamiento (V)	450/750
Material conductor	Cu
Conductividad ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	56,00
Tabla de intensidades máximas para 2 conductores	52-C1, col.A Cu
Tabla de intensidades máximas para 3 conductores	52-C3, col.A Cu
Tabla de tamaño de los tubos	
Listado de las líneas de la instalación que utilizan este método	C20 desde tramo 1-2 hasta tramo 1-17. C20 desde tramo 4-2 hasta tramo 4-3. C20 desde tramo 4-5 hasta tramo 4-6. C20 tramo 4-8. C20 desde tramo 4-10 hasta tramo 4-13. C20 tramo 21-3. C20 tramo 21-5. C20 tramo 1-19. C20 desde tramo 19-1 hasta tramo 19-7. C20 tramo 17-2. C20 tramo 17-4. C20 tramo 17-6. C20 tramo 17-8.

2.1.10.6. CÁLCULO DE LA DEMANDA DE POTENCIA

- Potencia instalada: Consideramos la potencia instalada como la suma de los consumos de todos los receptores de la instalación. En este caso, y según desglose detallado, asciende a:

Potencia instalada = 175,51 kW

- Potencia de cálculo: Se trata de la máxima carga prevista para la que se dimensionan los conductores, y se obtiene aplicando los factores indicados por el REBT, así como la simultaneidad o reserva estimada para cada caso. Para la instalación objeto de proyecto, resulta una potencia de:

Potencia de cálculo = 149,81 kW

2.1.10.6.1. Demanda de la potencia instalada

La potencia instalada es la suma de los consumos de todos los receptores de la instalación.

Se ha incluido en la potencia instalada las instalaciones de enchufes para uso esporádico alojadas en el edificio, pero limitando su potencia de consumo con un factor de simultaneidad de 0,2.

Hemos procedido de la siguiente manera debido a que las tomas de corriente de enchufes estarán limitadas a un consumo muy esporádico y con equipos de bajo consumo. A parte, hemos puntualizado al máximo la potencia consumida por las diferentes instalaciones y equipos, asegurándonos así conseguir una potencia instalada más precisa, introduciendo todos los quipos necesarios para el correcto funcionamiento del restaurante.

Acometida

Alumbrado

Cuadro de distribución	15.160,00 W
Total	15.160,00 W

Fuerza

Cuadro de distribución	160.345,82 W
Total	160.345,82 W

Resumen

Alumbrado	15.160,00 W
Fuerza	160.345,82 W
Total	175.505,82 W

Cuadro de distribución

Alumbrado

21 Uds. C1 Fluorescente compacto (2x32w) × 64,00W c.u.	1.344,00 W
14 Uds. C1 Fluorescente compacto (26W) × 26,00W c.u.	364,00 W
10 Uds. C1 Fluorescentes (2x36W) × 72,00W c.u.	720,00 W

ANEXOS

12 Uds. C1 Lámpara (100W) × 100,00W c.u.	1.200,00 W
8 Uds. C1 Fluorescente compacto (2x32w) × 64,00W c.u.	512,00 W
32 Uds. C10 Lámpara (60W) × 60,00W c.u.	1.920,00 W
7 Uds. C10 Fluorescente (2x36W) × 72,00W c.u.	504,00 W
4 Uds. C10 Fluorescente (1x36W) × 36,00W c.u.	144,00 W
23 Uds. C3 Lámpara (100W) × 100,00W c.u.	2.300,00 W
43 Uds. C20 Fluorescente de emergencia (1x16w) × 16,00W c.u.	688,00 W
5 Uds. C3 Fluorescente (2x36W) × 72,00W c.u.	360,00 W
7 Uds. C3 Fluorescente compacto (26W) × 26,00W c.u.	182,00 W
3 Uds. C3 Fluorescente (1x36W) × 36,00W c.u.	108,00 W
35 Uds. C3 Lámpara (60W) × 60,00W c.u.	2.100,00 W
9 Uds. C9 Fluorescente compacto (26W) × 26,00W c.u.	234,00 W
20 Uds. C9 Fluorescente compacto (2x32W) × 64,00W c.u.	1.280,00 W
2 Uds. C10 Lámpara (100W) × 100,00W c.u.	200,00 W
10 Uds. C9 Lámpara (100W) × 100,00W c.u.	1.000,00 W
Total	15.160,00 W

Fuerza

C11 Toma Botellero 2000 inox.	3.450,00 w
2 Uds. C13 Lavavajillas × 5.294,12W c.u.	10.588,24 w
2 Uds. C5 Electrodomésticos × 2.300,00W c.u.	4.600,00 W
C13 Lavadora	3.882,35 w
C15 Montacargas	1.470,59 w
C15 Cámara frigorífica (1200W)	1.411,76 w
C15 Cámara frigorífica 1 (700W)	823,53 w
C15 Cámara congelación 1 (1200W)	1.411,76 w
C15 Cámara frigorífica 2 (700W)	823,53 w
C15 Cámara congelación 2 (1200W)	1.411,76 w
C16 Armario frío 4 puertas	911,11 w
3 Uds. C16 Nevera-congelador × 470,59W c.u.	1.411,76 w
C16 Armario congelación	738,82 w
Armario de conservación	258,82 w
Armario frío 4 puertas	964,71 w
C16 Botellero 2000 Inox.	411,76 w
C16 Botellero 2000 inox.	411,76 w
C17 FANCOIL 4	952,94 w
C17 FANCOIL 5	1.882,35 w
C17 FANCOIL 2	705,88 w
C17 FANCOIL 3	952,94 w
C17 FANCOIL 1	705,88 w
C18 CLIMATIZADORA EXTERIOR	48.117,65 w
C19 Ventilador extracción P1	2.352,94 w

ANEXOS

C12 Toma 10A 2	2.300,00 W
Cocinas-horno gas	2.300,00 W
Barbacoa a gas	920,00 W
Cocina-horno eléctrica platos fríos	5.750,00 w
Termo acumulador eléctrico	2.300,00 W
Cable calefactor para Agua Caliente Sanitaria	690,00 W
Freidora eléctrica	5.750,00 w
Horno convección	3.450,00 w
Cocina-horno eléctrica repostería	5.750,00 w
C7 Toma secamanos minusválidos	1.840,00 W
C7 Toma secamanos caballeros PB	1.840,00 W
C7 Toma secamanos señoras PB	1.840,00 W
C7 Toma secamanos vestuario mujeres	1.840,00 W
C7 Toma secamanos vestuario hombres	1.840,00 W
C7 Toma secamanos caballeros P1	1.840,00 W
C7 Toma secamanos señoras P1	1.840,00 W
C21 Ventilador aportación cocinas	882,35 w
C21 Ventilador extracción campanas	4.705,88 w
C22 Grupo de presión con calderín	658,82 w
C24 Ventilador extracción PB1-B	2.352,94 w
C24 Ventilador extracción PB1-A	2.352,94 w
C25 Ventilador extracción lavabo minusválidos	23,53 w
C25 Ventilador extracción lavabo hombres PB	41,18 w
C25 Ventilador extracción lavabo mujeres PB	41,18 w
2 Uds. C25 Ventilador extracción vestuario $\times 23,53W$ c.u.	47,06 w
C25 Ventilador extracción lavabo hombres P1	41,18 w
C25 Ventilador extracción lavabo mujeres P1	41,18 w
C25 Ventilador extracción oficina	23,53 w
C4 Toma cafetera	3.450,00 w
C9 Rational self cooking center	12.941,18 w

Total	160.345,82 W
-------	--------------

Resumen

Alumbrado	15.160,00 w
Fuerza	160.345,82 W
Total	175.505,82 w

2.1.10.6.2. Demanda de la potencia de cálculo

Obtenemos la potencia de cálculo aplicando los factores indicados por el REBT, así como la simultaneidad o reserva estimada para cada caso, valores procedentes de la tabla 1 del ITC-BT 25.

En general, la demanda de potencia determinará la carga a prever en estos casos que no podrá ser nunca inferior a los siguientes valores para locales comerciales y edificios destinados a concentración de industrias (ITC-BT-10). La carga se calculará considerando un mínimo de 125 W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de 10 350 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

$$\text{Carga del local} = 376,36\text{m}^2 \text{ PB} * 125\text{W/m}^2 + 233,02\text{m}^2 \text{ P1} * 125\text{W/m}^2 = 47.045 \text{ W} + 29.127,5 \text{ W} = 76.172,5 \text{ W}$$

La ITC-BT 10, lo deja bien claro, en el dimensionado de las diferentes instalaciones, excepto para viviendas, EN EL RESTO DE LOCALES ÚNICAMENTE SE APLICARÁ UN COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD = 1. No obstante al detallar los consumos de todos los equipos e instalaciones previstos para el correcto funcionamiento del restaurante, hemos considerado oportuno establecer un factor de simultaneidad de 0,2 para las líneas de enchufes, ya que su uso será de forma esporádica y auxiliar para equipos de bajo consumo.

A la hora de realizar la previsión de potencia se tomará el peor de los considerandos, es decir, debido a que nuestra potencia instalada es mayor que la carga del local, nuestra potencia de cálculo se obtiene a partir de la potencia instalada.

$$\text{Pcálculo} = 149,81 \text{ kW}$$

2.1.10.7. CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS

ACOMETIDA									
Circuito	Método de Instalación	Ltot	Lcdt	Un	Pcal	In	Imax	Sección	Cdt
Acometida	RV 0,6/1 kV Cu Enterrado bajo tubo	13,2	13,2	400	149.806	116,4	214	2×(3×95/50)mm²Cu bajo tubo=160mm	0,116

CONTADOR DE ACTIVA									
Circuito	Método de Instalación	Ltot	Lcdt	Un	Pcal	In	Imax	Sección	Cdt
Derivación individual	RV 0,6/1 kV Cu Enterrado bajo tubo	1,8	1,8	400	149.806	232,7	268	(3×95/50)+TT×50mm²Cu bajo tubo=140mm	0,148

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN									
Circuito	Método de Instalación	Ltot	Lcdt	Un	Pcal	In	Imax	Sección	Cdt
C1 Alumbrado comedor PB y cocina tramo 1-1	PVC 750V Cu Empotrado bajo tubo flexible PVC	160,84	45,5	230	5.737	26,96	40	(2×10)mm²Cu bajo tubo=25mm	0,767

ANEXOS

C10 Alumbrado lavabo y vestuarios P1 tramo 1-1	PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial	100,06	49,38	230	4.070	18,2	21	(2×2,5)mm ² Cu bajo tubo=12mm	3,328
C11 Enchufes P1 tramo 1-2	PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial	56,69	54,99	230	3.450	15	21	(2×2,5)+TT×2,5mm ² Cu bajo tubo=16mm	4,144
C12 Enchufes2 P1 tramo 1-2	PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial	41,42	40,97	230	2.300	10	21	(2×2,5)+TT×2,5mm ² Cu bajo tubo=16mm	3,408
C13 lavavajillas y lavadora tramo 1-2	PVC 750V Cu en zócalos acanalados	11,96	8,19	230	15.794	76,3	88	(2×25)+TT×16mm ² Cu	0,372
C14 Campanas extractoras cocinas tramo 1-2	PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial	29,14	19,83	230	3.056	13,29	21	(2×2,5)+TT×2,5mm ² Cu bajo tubo=16mm	1,785
C15 Cámaras y elevador tramo 1-2	PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial	21,98	11,81	400	7.721	12,38	19	(3×2,5)+TT×2,5mm ² Cu bajo tubo=16mm	0,387
C16 Armarios fríos tramo 1-2	PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial	192,25	85,75	230	5.350	25,85	36	(2×6)+TT×6mm ² Cu bajo tubo=20mm	2,695
C17 Fancoils tramo 1-8, P1	PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial	77,14	62,46	230	3.306	15,97	36	(2×6)+TT×6mm ² Cu bajo tubo=20mm	2,334
C17 Fancoils tramo 1-2, PB	PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial	42,49	31,11	230	2.603	12,57	36	(2×6)+TT×6mm ² Cu bajo tubo=20mm	0,232
C18 Climatizadora exterior tramo 1-2	PVC 750V Cu en huecos de la construcción	39,43	39,43	400	60.147	96,46	103	(3×50)+TT×25mm ² Cu	0,677
C19 Ventiladores extracción tramo 1-2	PVC 750V Cu en huecos de la construcción	27,33	27,33	400	2.941	4,72	18	(3×2,5)+TT×2,5mm ² Cu	0,507
C2 Fuerza maquinas cocinas tramo 1-2	PVC 750V Cu Empotrado bajo tubo flexible PVC	33,25	22,43	230	23.920	104	131	(2×70)+TT×35mm ² Cu bajo tubo=63mm	0,453
C20 Alumbrado emergencia tramo 1-2	PVC 750V Cu bajo molduras	168,44	66,87	230	1.115	5,38	13	(2×1,5)mm ² Cu	0,783
C21 Ventiladores cocinas, tramo 1-2	PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial	28,34	20,44	400	6.765	10,85	19	(3×2,5)+TT×2,5mm ² Cu bajo tubo=16mm	0,694
C22 Grupo de presión tramo 1-2	PVC 750V Cu Empotrado bajo tubo flexible PVC	2,84	2,84	230	824	3,98	17	(2×2,5)+TT×2,5mm ² Cu bajo tubo=20mm	0,211
C23 Elementos instalación ACS P1 Tramo 1-2	PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial	7,82	7,82	230	2.990	13	21	(2×2,5)+TT×2,5mm ² Cu bajo tubo=16mm	0,757

ANEXOS

C24 Ventiladores extracción PB, tramo 1-2	PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial	33,5	33,5	400	5.294	8,49	19	$(3 \times 2,5) + TT \times 2,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ bajo tubo=16mm	0,725
C25 Ventiladores lavabos PB tramo 1-2	PVC 750V Cu Empotrado bajo tubo flexible PVC	8,43	8,03	230	116	0,56	17	$(2 \times 2,5) + TT \times 2,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ bajo tubo=20mm	0,166
C25 Ventiladores lavabos, vestuarios P1, tramo 1-2	PVC 750V Cu Empotrado bajo tubo flexible PVC	20,4	15,76	230	163	0,79	17	$(2 \times 2,5) + TT \times 2,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ bajo tubo=20mm	0,201
C3 Alumbrado lavabos y zona cocina tramo 1-1	PVC 750V Cu Empotrado bajo tubo flexible PVC	103,32	22,59	230	4.240	18,8	22	$(2 \times 4) \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ bajo tubo=16mm	0,826
C4 Enchufes 2 PB tramo 1-2	PVC 750V Cu Empotrado bajo tubo flexible PVC	54,37	53,95	230	3.450	15	17	$(2 \times 2,5) + TT \times 2,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ bajo tubo=20mm	3,940
C5 Enchufes cocinas tramo 1-2	PVC 750V Cu en zócalos acanalados	40,21	39,42	230	4.600	20	49	$(2 \times 10) + TT \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$	1,288
C6 Enchufes PB tramo 1-2	PVC 750V Cu Empotrado bajo tubo flexible PVC	19,74	14,04	230	2.300	10	17	$(2 \times 2,5) + TT \times 2,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ bajo tubo=20mm	1,020
C7 Fuerza secamanos tramo 1-2	PVC 750V Cu Empotrado bajo tubo flexible PVC	41,53	27,63	230	12.880	56	69	$(2 \times 25) + TT \times 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ bajo tubo=40mm	0,571
C8 Alumbrado comedor P1 tramo 1-2	PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial	97,39	47,21	230	3.508	16,25	21	$(2 \times 2,5) \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ bajo tubo=12mm	2,383
C9 Horno rational self cooking tramo 1-2	PVC 750V Cu en zócalos acanalados	16,55	16,55	400	16.176	25,94	43	$(3 \times 10) + TT \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$	0,447

Donde:

Ltot: Longitud total del circuito, en metros.

Lcdt: Longitud hasta el receptor con la caída de tensión más desfavorable, en metros.

Un: Tensión de línea, en voltios.

Pcal: Potencia de cálculo, en vatios.

In: Intensidad de cálculo, en amperios.

Imáx: Intensidad máxima admisible, en amperios.

Sección: Sección elegida.

Cdt: Caída de tensión acumulada en el receptor más desfavorable (%).

2.1.10.8. CÁLCULO DE LOS TRAMOS DE CADA CIRCUITOS

ACOMETIDA									
Tramo	L	Un	Pcal	In	Scal	Scdt	Sadp	CdtTr	CdtAc

ANEXOS

Acometida	13,2	400	149.806	116,36	35	14,1	95	0,1162	0,1162
Derivación individual	1,8	400	149.806	232,71	95	11,8	95	0,0317	0,1478

Donde:

L: Longitud del tramo, en metros.

Un: Tensión de línea, en voltios.

Pcal: Potencia de cálculo, en vatios.

In: Intensidad de cálculo, en amperios.

Scal: Sección calculada por calentamiento, en mm².

Scdt: Sección calculada por caída de tensión, en mm².

Sadp: Sección adoptada, en mm².

CdtTr: Caída de tensión en el tramo, en porcentaje (%).

CdtAc: Caída de tensión acumulada, en porcentaje (%).

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO C1									
Tramo	L	Un	Pcal	In	Scal	Scdt	Sadp	CdtTr	CdtAc
C1 Alumbrado comedor PB y cocina tramo 1-1 o principal	6,94	230	5.737	26,96	6	2,2	10	0,2687	0,4165
C1 tramo 1-2	1,07	230	2.281	10,97	1,5	0,5	10	0,0165	0,433
C1 tramo 1-4	0,18	230	1.659	8,01	1,5	0,4	10	0,002	0,435
C1 tramo 4-1	5,46	230	1.659	8,01	1,5	0,4	10	0,0612	0,4962
C1 tramo 4-5	2	230	1.244	6,01	1,5	0,2	10	0,0168	0,513
C1 tramo 4-9	2,2	230	829	4,01	1,5	0,1	10	0,0123	0,5253
C1 tramo 4-13	2	230	415	2	1,5	0	10	0,0056	0,5309
C1 tramo 4-14	3	230	311	1,5	1,5	0	10	0,0063	0,5372
C1 tramo 4-15	2,4	230	207	1	1,5	0	10	0,0034	0,5405
C1 tramo 4-16	2,4	230	104	0,5	1,5	0	10	0,0017	0,5422
C1 tramo 4-10	3	230	311	1,5	1,5	0	10	0,0063	0,5316
C1 tramo 4-11	2,4	230	207	1	1,5	0	10	0,0034	0,5349
C1 tramo 4-12	2,4	230	104	0,5	1,5	0	10	0,0017	0,5366
C1 tramo 4-6	3	230	311	1,5	1,5	0	10	0,0063	0,5193
C1 tramo 4-7	2,4	230	207	1	1,5	0	10	0,0034	0,5226
C1 tramo 4-8	2,4	230	104	0,5	1,5	0	10	0,0017	0,5243
C1 tramo 4-2	3	230	311	1,5	1,5	0	10	0,0063	0,5025
C1 tramo 4-3	2,4	230	207	1	1,5	0	10	0,0034	0,5058
C1 tramo 4-4	2,4	230	104	0,5	1,5	0	10	0,0017	0,5075
C1 tramo 1-5	0,19	230	518	2,5	1,5	0,1	10	0,0007	0,4337

ANEXOS

C1 tramo 5-1	2,07	230	518	2,5	1,5	0,1	10	0,0072	0,4409
C1 tramo 5-2	1,77	230	518	2,5	1,5	0	10	0,0062	0,4471
C1 tramo 5-3	2,8	230	104	0,5	1,5	0	10	0,002	0,4491
C1 tramo 5-4	1,6	230	311	1,5	1,5	0	10	0,0034	0,4505
C1 tramo 5-5	1,4	230	104	0,5	1,5	0	10	0,001	0,4515
C1 tramo 5-6	1,45	230	207	1	1,5	0	10	0,002	0,4525
C1 tramo 5-7	2,8	230	104	0,5	1,5	0	10	0,002	0,4545
C1 tramo 1-3	0,24	230	104	0,45	1,5	0	10	0,0002	0,4332
C1 tramo 3-1	0,97	230	104	0,45	1,5	0	10	0,0007	0,4338
C1 tramo 3-2	1,2	230	78	0,34	1,5	0	10	0,0006	0,4345
C1 tramo 3-3	1,2	230	52	0,23	1,5	0	10	0,0004	0,4349
C1 tramo 3-4	1,2	230	26	0,11	1,5	0	10	0,0002	0,4351
C1 tramo 1-6	1,91	230	3.456	15,99	2,5	1,1	10	0,0446	0,4611
C1 tramo 6-1	2,04	230	233	1,13	1,5	0	10	0,0032	0,4643
C1 tramo 6-2	0,93	230	233	1,13	1,5	0	10	0,0015	0,4658
C1 tramo 6-3	1,3	230	117	0,56	1,5	0	10	0,001	0,4668
C1 tramo 1-7	6,43	230	3.223	14,86	2,5	1	10	0,1399	0,601
C1 tramo 1-8	0,18	230	156	0,68	1,5	0	10	0,0002	0,6012
C1 tramo 8-1	1,54	230	156	0,68	1,5	0	10	0,0016	0,6028
C1 tramo 8-2	1,4	230	78	0,34	1,5	0	10	0,0007	0,6035
C1 tramo 8-6	1,3	230	52	0,23	1,5	0	10	0,0005	0,604
C1 tramo 8-7	1,3	230	26	0,11	1,5	0	10	0,0002	0,6042
C1 tramo 8-3	1,3	230	52	0,23	1,5	0	10	0,0005	0,6033
C1 tramo 8-4	1,3	230	26	0,11	1,5	0	10	0,0002	0,6035
C1 tramo 1-10	0,2	230	1.200	5,22	1,5	0,1	10	0,0016	0,6026
C1 tramo 10-1	0,23	230	1.200	5,22	1,5	0,1	10	0,0019	0,6044
C1 tramo 10-2	0,2	230	1.200	5,22	1,5	0,1	10	0,0016	0,6061
C1 tramo 10-6	0,95	230	800	3,48	1,5	0	10	0,0051	0,6112
C1 tramo 10-7	1,4	230	300	1,3	1,5	0	10	0,0028	0,614
C1 tramo 10-8	1,2	230	200	0,87	1,5	0	10	0,0016	0,6156
C1 tramo 10-9	1,2	230	100	0,43	1,5	0	10	0,0008	0,6165
C1 tramo 10-10	0,95	230	400	1,74	1,5	0	10	0,0026	0,6138
C1 tramo 10-11	1,4	230	300	1,3	1,5	0	10	0,0028	0,6166
C1 tramo 10-12	1,2	230	200	0,87	1,5	0	10	0,0016	0,6182
C1 tramo 10-13	1,2	230	100	0,43	1,5	0	10	0,0008	0,619
C1 tramo 10-3	1,4	230	300	1,3	1,5	0	10	0,0028	0,6089
C1 tramo 10-4	1,2	230	200	0,87	1,5	0	10	0,0016	0,6105
C1 tramo 10-5	1,2	230	100	0,43	1,5	0	10	0,0008	0,6113

ANEXOS

C1 tramo 1-9	0,15	230	829	4,01	1,5	0,1	10	0,0009	0,6019
C1 tramo 9-1	4,02	230	829	4,01	1,5	0,1	10	0,0225	0,6244
C1 tramo 9-2	1,3	230	415	2	1,5	0	10	0,0036	0,628
C1 tramo 9-3	2,2	230	104	0,5	1,5	0	10	0,0015	0,6296
C1 tramo 9-4	2,6	230	207	1	1,5	0	10	0,0036	0,6317
C1 tramo 9-5	2,2	230	104	0,5	1,5	0	10	0,0015	0,6332
C1 tramo 9-6	1,4	230	415	2	1,5	0	10	0,0039	0,6283
C1 tramo 9-8	2,6	230	207	1	1,5	0	10	0,0036	0,6319
C1 tramo 9-9	2,2	230	104	0,5	1,5	0	10	0,0015	0,6335
C1 tramo 9-7	2,2	230	104	0,5	1,5	0	10	0,0015	0,6298
C1 tramo 1-11	16,8	230	1.037	4,96	1,5	0,5	10	0,1176	0,7186
C1 tramo 11-1	1,29	230	104	0,45	1,5	0	10	0,0009	0,7195
C1 tramo 11-2	1,35	230	78	0,34	1,5	0	10	0,0007	0,7203
C1 tramo 11-3	1,25	230	52	0,23	1,5	0	10	0,0004	0,7207
C1 tramo 11-4	1,05	230	26	0,11	1,5	0	10	0,0002	0,7209
C1 tramo 11-6	1,79	230	933	4,51	1,5	0,1	10	0,0113	0,7299
C1 tramo 11-7	1,75	230	816	3,94	1,5	0,1	10	0,0096	0,7396
C1 tramo 11-8	1,75	230	700	3,38	1,5	0,1	10	0,0083	0,7478
C1 tramo 11-9	1,54	230	583	2,82	1,5	0,1	10	0,0061	0,7539
C1 tramo 11-10	1,54	230	467	2,25	1,5	0	10	0,0049	0,7588
C1 tramo 11-11	1,75	230	350	1,69	1,5	0	10	0,0041	0,7629
C1 tramo 11-12	1,75	230	233	1,13	1,5	0	10	0,0028	0,7657
C1 tramo 11-13	1,54	230	117	0,56	1,5	0	10	0,0012	0,7669

Donde:

L: Longitud del tramo, en metros.

Un: Tensión de línea, en voltios.

Pcal: Potencia de cálculo, en vatios.

In: Intensidad de cálculo, en amperios.

Scal: Sección calculada por calentamiento, en mm².

Scdt: Sección calculada por caída de tensión, en mm².

Sadp: Sección adoptada, en mm².

CdtTr: Caída de tensión en el tramo, en porcentaje (%).

CdtAc: Caída de tensión acumulada, en porcentaje (%).

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO C2									
Tramo	L	Un	Pcal	In	Scal	Scdt	Sadp	CdtTr	CdtAc
C2 Fuerza maquinas cocinas tramo 1-2	3,53	230	23.920	104	70	5,7	70	0,0815	0,2294

ANEXOS

C2 tramo 1-3	5	230	18.170	79	35	3,9	70	0,0876	0,317
C2 tramo 1-4	1,6	230	5.750	25	6	0,1	70	0,0089	0,3259
C2 tramo 1-5	8,83	230	12.420	54	25	2,4	70	0,1058	0,4228
C2 tramo 1-6	2,62	230	2.300	10	1,5	0,1	70	0,0058	0,4286
C2 tramo 1-7	0,88	230	10.120	44	16	0,5	70	0,0086	0,4314
C2 tramo 7-1	0,1	230	920	4	1,5	0	70	0,0001	0,4314
C2 tramo 1-8	1,3	230	9.200	40	16	0,3	70	0,0115	0,4429
C2 tramo 8-1	0,1	230	5.750	25	6	0	70	0,0006	0,4434
C2 tramo 1-9	2,89	230	3.450	15	2,5	0,1	70	0,0096	0,4525
C2 tramo 1-10	6,4	230	5.750	25	6	0,4	70	0,0355	0,2649

Donde:

L: Longitud del tramo, en metros.

Un: Tensión de línea, en voltios.

Pcal: Potencia de cálculo, en vatios.

In: Intensidad de cálculo, en amperios.

Scal: Sección calculada por calentamiento, en mm².

Scdt: Sección calculada por caída de tensión, en mm².

Sadp: Sección adoptada, en mm².

CdtTr: Caída de tensión en el tramo, en porcentaje (%).

CdtAc: Caída de tensión acumulada, en porcentaje (%).

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO C3									
Tramo	L	Un	Pcal	In	Scal	Scdt	Sadp	CdtTr	CdtAc
C3 Alumbrado lavabos y zona cocina tramo 1-1 o principal	3,54	230	4.240	18,8	4	1	4	0,2534	0,4013
C3 tramo 1-4	0,97	230	1.583	7,17	1,5	0,3	4	0,0259	0,4272
C3 tramo 4-1	0,08	230	350	1,69	1,5	0	4	0,0005	0,4277
C3 tramo 4-2	1,35	230	350	1,69	1,5	0	4	0,008	0,4356
C3 tramo 4-3	1,31	230	233	1,13	1,5	0	4	0,0052	0,4408
C3 tramo 4-4	1,34	230	117	0,56	1,5	0	4	0,0026	0,4434
C3 tramo 4-5	0,95	230	1.233	5,47	1,5	0,2	4	0,0198	0,447
C3 tramo 4-6	6,38	230	1.000	4,35	1,5	0,2	4	0,1078	0,5547
C3 tramo 4-7	0,32	230	1.000	4,35	1,5	0,1	4	0,0055	0,5602
C3 tramo 4-8	1,2	230	100	0,43	1,5	0	4	0,002	0,5622
C3 tramo 4-9	1,2	230	800	3,48	1,5	0,1	4	0,0162	0,5764
C3 tramo 4-10	1,2	230	700	3,04	1,5	0,1	4	0,0142	0,5905
C3 tramo 4-11	1,2	230	600	2,61	1,5	0	4	0,0122	0,6027
C3 tramo 4-12	1,2	230	500	2,17	1,5	0	4	0,0101	0,6128

ANEXOS

C3 tramo 4-13	1,2	230	400	1,74	1,5	0	4	0,0081	0,6209
C3 tramo 4-14	1,35	230	300	1,3	1,5	0	4	0,0068	0,6278
C3 tramo 4-15	1,5	230	200	0,87	1,5	0	4	0,0051	0,6328
C3 tramo 4-16	1,5	230	100	0,43	1,5	0	4	0,0025	0,6354
C3 tramo 4-17	5,35	230	233	1,13	1,5	0	4	0,0211	0,468
C3 tramo 4-18	0,87	230	233	1,13	1,5	0	4	0,0034	0,4714
C3 tramo 4-20	0,69	230	117	0,56	1,5	0	4	0,0014	0,4728
C3 tramo 4-19	0,8	230	117	0,56	1,5	0	4	0,0016	0,473
C3 tramo 1-5	4,93	230	182	0,79	1,5	0	4	0,0151	0,4164
C3 tramo 5-1	3,22	230	182	0,79	1,5	0	4	0,0099	0,4263
C3 tramo 5-2	1,38	230	156	0,68	1,5	0	4	0,0036	0,4299
C3 tramo 5-3	1,38	230	130	0,57	1,5	0	4	0,003	0,433
C3 tramo 5-4	1,38	230	104	0,45	1,5	0	4	0,0024	0,4354
C3 tramo 5-5	1,38	230	78	0,34	1,5	0	4	0,0018	0,4372
C3 tramo 5-6	1,38	230	52	0,23	1,5	0	4	0,0012	0,4384
C3 tramo 5-7	1,08	230	26	0,11	1,5	0	4	0,0005	0,4389
C3 tramo 1-2	1,49	230	375	1,71	1,5	0	4	0,0094	0,4107
C3 tramo 2-1	0,06	230	200	0,87	1,5	0	4	0,0002	0,4109
C3 tramo 2-2	0,79	230	200	0,87	1,5	0	4	0,0027	0,4136
C3 tramo 2-3	1,13	230	100	0,43	1,5	0	4	0,0019	0,4155
C3 tramo 2-4	2,24	230	175	0,85	1,5	0	4	0,0066	0,4173
C3 tramo 2-5	0,34	230	175	0,85	1,5	0	4	0,001	0,4183
C3 tramo 2-6	0,9	230	117	0,56	1,5	0	4	0,0018	0,42
C3 tramo 2-7	1,13	230	58	0,28	1,5	0	4	0,0011	0,4211
C3 tramo 1-3	9,57	230	2.100	9,13	1,5	0,5	4	0,3393	0,7406
C3 tramo 3-14	0,05	230	300	1,3	1,5	0	4	0,0002	0,7408
C3 tramo 3-15	0,66	230	300	1,3	1,5	0	4	0,0033	0,7442
C3 tramo 3-16	0,79	230	240	1,04	1,5	0	4	0,0032	0,7474
C3 tramo 3-17	0,91	230	180	0,78	1,5	0	4	0,0028	0,7501
C3 tramo 3-18	0,91	230	120	0,52	1,5	0	4	0,0018	0,752
C3 tramo 3-19	0,71	230	60	0,26	1,5	0	4	0,0007	0,7527
C3 tramo 3-20	2,47	230	1.080	4,7	1,5	0,1	4	0,045	0,7856
C3 tramo 3-21	0,04	230	540	2,35	1,5	0	1,5	0,001	0,7866
C3 tramo 3-22	0,36	230	540	2,35	1,5	0	4	0,0033	0,79
C3 tramo 3-26	0,42	230	360	1,57	1,5	0	4	0,0025	0,7925
C3 tramo 3-29	0,9	230	180	0,78	1,5	0	4	0,0027	0,7952
C3 tramo 3-30	1,13	230	120	0,52	1,5	0	4	0,0023	0,7975
C3 tramo 3-31	1,13	230	60	0,26	1,5	0	4	0,0011	0,7987

ANEXOS

C3 tramo 3-27	1,13	230	120	0,52	1,5	0	4	0,0023	0,7948
C3 tramo 3-28	1,13	230	60	0,26	1,5	0	4	0,0011	0,7959
C3 tramo 3-23	0,48	230	180	0,78	1,5	0	4	0,0015	0,7914
C3 tramo 3-24	1,13	230	120	0,52	1,5	0	4	0,0023	0,7937
C3 tramo 3-25	1,13	230	60	0,26	1,5	0	4	0,0011	0,7949
C3 tramo 3-32	3,07	230	540	2,35	1,5	0,1	4	0,028	0,8136
C3 tramo 3-33	0,05	230	540	2,35	1,5	0	4	0,0005	0,8141
C3 tramo 3-34	0,39	230	540	2,35	1,5	0	4	0,0036	0,8176
C3 tramo 3-35	0,67	230	180	0,78	1,5	0	4	0,002	0,8197
C3 tramo 3-36	1,13	230	120	0,52	1,5	0	4	0,0023	0,822
C3 tramo 3-37	1,13	230	60	0,26	1,5	0	4	0,0011	0,8231
C3 tramo 3-38	0,23	230	360	1,57	1,5	0	4	0,0014	0,8191
C3 tramo 3-41	1	230	180	0,78	1,5	0	4	0,003	0,8221
C3 tramo 3-42	1,13	230	120	0,52	1,5	0	4	0,0023	0,8244
C3 tramo 3-43	1,13	230	60	0,26	1,5	0	4	0,0011	0,8255
C3 tramo 3-39	1,13	230	120	0,52	1,5	0	4	0,0023	0,8213
C3 tramo 3-40	1,13	230	60	0,26	1,5	0	4	0,0011	0,8225
C3 tramo 3-1	0,12	230	720	3,13	1,5	0	4	0,0014	0,742
C3 tramo 3-2	0,6	230	720	3,13	1,5	0	4	0,0073	0,7494
C3 tramo 3-3	0,65	230	660	2,87	1,5	0	4	0,0072	0,7566
C3 tramo 3-4	0,5	230	600	2,61	1,5	0	4	0,0051	0,7617
C3 tramo 3-5	0,5	230	540	2,35	1,5	0	4	0,0046	0,7663
C3 tramo 3-6	0,5	230	480	2,09	1,5	0	4	0,0041	0,7703
C3 tramo 3-7	0,5	230	420	1,83	1,5	0	4	0,0035	0,7738
C3 tramo 3-8	0,5	230	360	1,57	1,5	0	4	0,003	0,7769
C3 tramo 3-9	0,5	230	300	1,3	1,5	0	4	0,0025	0,7794
C3 tramo 3-10	0,5	230	240	1,04	1,5	0	4	0,002	0,7814
C3 tramo 3-11	0,5	230	180	0,78	1,5	0	4	0,0015	0,783
C3 tramo 3-12	0,5	230	120	0,52	1,5	0	4	0,001	0,784
C3 tramo 3-13	0,5	230	60	0,26	1,5	0	4	0,0005	0,7845

Donde:

L: Longitud del tramo, en metros.

Un: Tensión de línea, en voltios.

Pcal: Potencia de cálculo, en vatios.

In: Intensidad de cálculo, en amperios.

Scal: Sección calculada por calentamiento, en mm².

Scdt: Sección calculada por caída de tensión, en mm².

Sadp: Sección adoptada, en mm².

ANEXOS

CdtTr: Caída de tensión en el tramo, en porcentaje (%).

CdtAc: Caída de tensión acumulada, en porcentaje (%).

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO C4									
Tramo	L	Un	Pcal	In	Scal	Scdt	Sadp	CdtTr	CdtAc
C4 Enchufes2 PB tramo 1-2 o principal	14,19	230	3.450	15	2,5	0,8	2,5	1,3218	1,4696
C4 tramo 2-1	0,07	230	3.450	15	2,5	0	2,5	0,0063	1,4759
C4 tramo 2-2	0,14	230	2.300	10	1,5	0	2,5	0,0086	1,4783
C4 tramo 1-3	14,52	230	2.300	10	1,5	0,3	2,5	0,9019	2,3715
C4 tramo 3-1	0,07	230	2.300	10	1,5	0	2,5	0,0042	2,3757
C4 tramo 1-4	9,58	230	2.300	10	1,5	0,2	2,5	0,595	2,9665
C4 tramo 4-1	0,07	230	2.300	10	1,5	0	2,5	0,0045	2,971
C4 tramo 1-5	9,57	230	2.300	10	1,5	0,2	2,5	0,5944	3,5609
C4 tramo 5-1	0,07	230	2.300	10	1,5	0	2,5	0,0041	3,5651
C4 tramo 1-6	6,04	230	2.300	10	1,5	0,1	2,5	0,375	3,936
C4 tramo 6-1	0,06	230	2.300	10	1,5	0	2,5	0,0036	3,9396

Donde:

L: Longitud del tramo, en metros.

Un: Tensión de línea, en voltios.

Pcal: Potencia de cálculo, en vatios.

In: Intensidad de cálculo, en amperios.

Scal: Sección calculada por calentamiento, en mm².

Scdt: Sección calculada por caída de tensión, en mm².

Sadp: Sección adoptada, en mm².

CdtTr: Caída de tensión en el tramo, en porcentaje (%).

CdtAc: Caída de tensión acumulada, en porcentaje (%).

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO C5									
Tramo	L	Un	Pcal	In	Scal	Scdt	Sadp	CdtTr	CdtAc
C5 Enchufes cocinas tramo 1-2 o principal	11,66	230	4.600	20	2,5	1,9	10	0,3622	0,51
C5 tramo 2-1	0,05	230	2.300	10	1,5	0	10	0,0007	0,5108
C5 tramo 2-2	0,12	230	3.450	15	2,5	0	10	0,0029	0,513
C5 tramo 1-3	7,48	230	4.600	20	2,5	1,1	10	0,2323	0,7423
C5 tramo 3-1	0,06	230	3.450	15	2,5	0	10	0,0013	0,7437
C5 tramo 3-2	0,11	230	3.450	15	2,5	0	10	0,0025	0,7448
C5 tramo 1-4	6,77	230	4.600	20	2,5	0,6	10	0,2102	0,9526
C5 tramo 4-1	0,06	230	2.300	10	1,5	0	10	0,0009	0,9535

ANEXOS

C5 tramo 4-2	0,14	230	2.300	10	1,5	0	10	0,0022	0,9548
C5 tramo 1-5	5,95	230	3.680	16	2,5	0,2	10	0,1478	1,1004
C5 tramo 5-1	0,08	230	2.300	10	1,5	0	10	0,0012	1,1017
C5 tramo 1-6	4,13	230	3.680	16	2,5	0,2	10	0,1026	1,203
C5 tramo 6-1	0,06	230	3.450	15	2,5	0	10	0,0013	1,2043
C5 tramo 6-2	0,13	230	3.450	15	2,5	0	10	0,003	1,206
C5 tramo 1-7	3,38	230	3.680	16	2,5	0,1	10	0,084	1,287
C5 tramo 7-1	0,05	230	3.680	16	2,5	0	10	0,0011	1,2881

Donde:

L: Longitud del tramo, en metros.

Un: Tensión de línea, en voltios.

Pcal: Potencia de cálculo, en vatios.

In: Intensidad de cálculo, en amperios.

Scal: Sección calculada por calentamiento, en mm².

Scdt: Sección calculada por caída de tensión, en mm².

Sadp: Sección adoptada, en mm².

CdtTr: Caída de tensión en el tramo, en porcentaje (%).

CdtAc: Caída de tensión acumulada, en porcentaje (%).

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO C6									
Tramo	L	Un	Pcal	In	Scal	Scdt	Sadp	CdtTr	CdtAc
C6 Enchufes PB tramo 1-2 o principal	0,2	230	2.300	10	1,5	0	2,5	0,0122	0,16
C6 tramo 1-5	4,98	230	2.300	10	1,5	0,1	2,5	0,3093	0,4693
C6 tramo 5-1	0,05	230	2.300	10	1,5	0	2,5	0,0032	0,4725
C6 tramo 1-6	3,87	230	2.300	10	1,5	0,1	2,5	0,2404	0,7097
C6 tramo 6-1	0,07	230	2.300	10	1,5	0	2,5	0,0046	0,7143
C6 tramo 1-7	4,96	230	2.300	10	1,5	0,1	2,5	0,3081	1,0178
C6 tramo 7-1	0,04	230	2.300	10	1,5	0	2,5	0,0023	1,0201
C6 tramo 1-3	3,24	230	2.300	10	1,5	0,1	2,5	0,2012	0,3613
C6 tramo 3-1	0,06	230	2.300	10	1,5	0	2,5	0,004	0,3653
C6 tramo 1-4	2,2	230	2.300	10	1,5	0,1	2,5	0,1366	0,4979
C6 tramo 4-1	0,07	230	2.300	10	1,5	0	2,5	0,0042	0,5022

Donde:

L: Longitud del tramo, en metros.

Un: Tensión de línea, en voltios.

Pcal: Potencia de cálculo, en vatios.

ANEXOS

In: Intensidad de cálculo, en amperios.

Scal: Sección calculada por calentamiento, en mm².

Scdt: Sección calculada por caída de tensión, en mm².

Sadp: Sección adoptada, en mm².

CdtTr: Caída de tensión en el tramo, en porcentaje (%).

CdtAc: Caída de tensión acumulada, en porcentaje (%).

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO C7									
Tramo	L	Un	Pcal	In	Scal	Scdt	Sadp	CdtTr	CdtAc
C7 Fuerza secamanos tramo 1-2 o principal	0,22	230	12.880	56	25	3,2	25	0,0077	0,1556
C7 tramo 1-3	4,7	230	5.520	24	6	0,8	25	0,07	0,2256
C7 tramo 3-1	0,06	230	1.840	8	1,5	0	25	0,0003	0,2259
C7 tramo 3-2	4,12	230	3.680	16	2,5	0,4	25	0,0409	0,2665
C7 tramo 3-3	0,09	230	1.840	8	1,5	0	25	0,0004	0,267
C7 tramo 3-4	4,74	230	1.840	8	1,5	0,1	25	0,0236	0,2901
C7 tramo 3-5	0,05	230	1.840	8	1,5	0	25	0,0002	0,2903
C7 tramo 1-4	13,23	230	7.360	32	6	2,4	25	0,263	0,4185
C7 tramo 4-1	2,74	230	7.360	32	10	0,9	25	0,0545	0,473
C7 tramo 4-2	0,05	230	1.840	8	1,5	0	25	0,0002	0,4732
C7 tramo 4-3	1,63	230	5.520	24	6	0,6	25	0,0243	0,4973
C7 tramo 4-4	0,04	230	1.840	8	1,5	0	25	0,0002	0,4975
C7 tramo 4-5	4,99	230	3.680	16	2,5	0,5	25	0,0496	0,5469
C7 tramo 4-6	0,05	230	1.840	8	1,5	0	25	0,0002	0,5471
C7 tramo 4-7	4,78	230	1.840	8	1,5	0,2	25	0,0238	0,5706
C7 tramo 4-8	0,04	230	1.840	8	1,5	0	25	0,0002	0,5708

Donde:

L: Longitud del tramo, en metros.

Un: Tensión de línea, en voltios.

Pcal: Potencia de cálculo, en vatios.

In: Intensidad de cálculo, en amperios.

Scal: Sección calculada por calentamiento, en mm².

Scdt: Sección calculada por caída de tensión, en mm².

Sadp: Sección adoptada, en mm².

CdtTr: Caída de tensión en el tramo, en porcentaje (%).

CdtAc: Caída de tensión acumulada, en porcentaje (%).

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO C8

ANEXOS

Tramo	L	Un	Pcal	In	Scal	Scdt	Sadp	CdtTr	CdtAc
C8 Alumbrado comedor P1 tramo 1-2	12,55	230	3.508	16,25	2,5	1,9	2,5	1,1888	1,3366
C8 tramo 1-3	7,05	230	3.508	16,25	2,5	1,6	4	0,4174	1,754
C8 tramo 1-4	2,52	230	3.508	16,25	2,5	1,3	4	0,1492	1,9032
C8 tramo 1-5	0,24	230	234	1,02	1,5	0	4	0,0009	1,9042
C8 tramo 5-1	2,72	230	234	1,02	1,5	0	4	0,0107	1,9149
C8 tramo 5-2	1,7	230	78	0,34	1,5	0	4	0,0022	1,9171
C8 tramo 5-3	1,2	230	52	0,23	1,5	0	4	0,0011	1,9182
C8 tramo 5-4	1,2	230	26	0,11	1,5	0	4	0,0005	1,9187
C8 tramo 5-7	1,7	230	78	0,34	1,5	0	4	0,0022	1,9171
C8 tramo 5-8	1,2	230	52	0,23	1,5	0	4	0,0011	1,9182
C8 tramo 5-9	1,2	230	26	0,11	1,5	0	4	0,0005	1,9187
C8 tramo 5-5	1,2	230	52	0,23	1,5	0	4	0,0011	1,916
C8 tramo 5-6	1,2	230	26	0,11	1,5	0	4	0,0005	1,9165
C8 tramo 1-7	0,12	230	2.074	10,02	1,5	1	4	0,004	1,9073
C8 tramo 7-1	6,67	230	2.074	10,02	1,5	1	4	0,2336	2,1408
C8 tramo 7-4	2	230	1.763	8,51	1,5	0,6	4	0,0595	2,2003
C8 tramo 7-5	2,4	230	1.659	8,01	1,5	0,5	4	0,0672	2,2675
C8 tramo 7-9	2,1	230	1.244	6,01	1,5	0,3	4	0,0441	2,3116
C8 tramo 7-13	2,2	230	829	4,01	1,5	0,2	4	0,0308	2,3424
C8 tramo 7-18	2,1	230	415	2	1,5	0,1	4	0,0147	2,3571
C8 tramo 7-19	2,5	230	311	1,5	1,5	0,1	4	0,0131	2,3702
C8 tramo 7-20	2,5	230	207	1	1,5	0	4	0,0087	2,379
C8 tramo 7-21	2,5	230	104	0,5	1,5	0	4	0,0044	2,3834
C8 tramo 7-14	2,5	230	311	1,5	1,5	0,1	4	0,0131	2,3555
C8 tramo 7-15	2,5	230	207	1	1,5	0	4	0,0087	2,3643
C8 tramo 7-16	2,5	230	104	0,5	1,5	0	4	0,0044	2,3687
C8 tramo 7-10	2,5	230	311	1,5	1,5	0,1	4	0,0131	2,3247
C8 tramo 7-11	2,5	230	207	1	1,5	0	4	0,0087	2,3335
C8 tramo 7-12	2,5	230	104	0,5	1,5	0	4	0,0044	2,3379
C8 tramo 7-6	2,5	230	311	1,5	1,5	0,1	4	0,0131	2,2806
C8 tramo 7-7	2,5	230	207	1	1,5	0	4	0,0087	2,2894
C8 tramo 7-8	2,5	230	104	0,5	1,5	0	4	0,0044	2,2938
C8 tramo 7-2	2,1	230	207	1	1,5	0	4	0,0073	2,1482
C8 tramo 7-3	2	230	104	0,5	1,5	0	4	0,0035	2,1517
C8 tramo 1-6	0,15	230	1.200	5,22	1,5	0,1	4	0,0031	1,9063
C8 tramo 6-1	0,27	230	1.200	5,22	1,5	0,1	4	0,0055	1,9118

ANEXOS

C8 tramo 6-7	0,9	230	600	2,61	1,5	0	4	0,0091	1,921
C8 tramo 6-8	1,2	230	200	0,87	1,5	0	4	0,0041	1,925
C8 tramo 6-9	0,9	230	300	1,3	1,5	0	4	0,0046	1,9255
C8 tramo 6-10	1,2	230	200	0,87	1,5	0	4	0,0041	1,9296
C8 tramo 6-2	1,2	230	100	0,43	1,5	0	4	0,002	1,9139
C8 tramo 6-3	0,9	230	400	1,74	1,5	0	4	0,0061	1,9179
C8 tramo 6-4	1,2	230	100	0,43	1,5	0	4	0,002	1,9199
C8 tramo 6-5	0,9	230	200	0,87	1,5	0	4	0,003	1,921
C8 tramo 6-6	1,2	230	100	0,43	1,5	0	4	0,002	1,923

Donde:

L: Longitud del tramo, en metros.

Un: Tensión de línea, en voltios.

Pcal: Potencia de cálculo, en vatios.

In: Intensidad de cálculo, en amperios.

Scal: Sección calculada por calentamiento, en mm².

Scdt: Sección calculada por caída de tensión, en mm².

Sadp: Sección adoptada, en mm².

CdtTr: Caída de tensión en el tramo, en porcentaje (%).

CdtAc: Caída de tensión acumulada, en porcentaje (%).

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO C9									
Tramo	L	Un	Pcal	In	Scal	Scdt	Sadp	CdtTr	CdtAc
C9 Horno rational self cooking tramo 1-2 o principal	16,55	400	16.176	25,94	6	0,5	10	0,2988	0,4467

Donde:

L: Longitud del tramo, en metros.

Un: Tensión de línea, en voltios.

Pcal: Potencia de cálculo, en vatios.

In: Intensidad de cálculo, en amperios.

Scal: Sección calculada por calentamiento, en mm².

Scdt: Sección calculada por caída de tensión, en mm².

Sadp: Sección adoptada, en mm².

CdtTr: Caída de tensión en el tramo, en porcentaje (%).

CdtAc: Caída de tensión acumulada, en porcentaje (%).

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO C10									
Tramo	L	Un	Pcal	In	Scal	Scdt	Sadp	CdtTr	CdtAc

ANEXOS

C10 Alumbrado lavabo y vestuarios P1 tramo 1-1 o principal	18,68	230	4.070	18,2	2,5	2,5	2,5	2,053	2,2008
C10 tramo 1-2	9,32	230	4.070	18,2	4	2,4	4	0,64	2,8409
C10 tramo 1-4	0,3	230	840	3,65	1,5	0,2	4	0,0042	2,8451
C10 tramo 4-1	3,57	230	840	3,65	1,5	0,2	4	0,0506	2,8957
C10 tramo 4-2	0,5	230	780	3,39	1,5	0,1	4	0,0066	2,9023
C10 tramo 4-3	0,5	230	720	3,13	1,5	0,1	4	0,0061	2,9084
C10 tramo 4-4	0,5	230	660	2,87	1,5	0,1	4	0,0056	2,9139
C10 tramo 4-5	0,5	230	600	2,61	1,5	0,1	4	0,0051	2,919
C10 tramo 4-6	0,5	230	540	2,35	1,5	0,1	4	0,0046	2,9235
C10 tramo 4-7	0,5	230	480	2,09	1,5	0	4	0,0041	2,9276
C10 tramo 4-8	0,5	230	420	1,83	1,5	0	4	0,0035	2,9311
C10 tramo 4-9	0,5	230	360	1,57	1,5	0	4	0,003	2,9342
C10 tramo 4-10	0,5	230	300	1,3	1,5	0	4	0,0025	2,9367
C10 tramo 4-11	0,5	230	240	1,04	1,5	0	4	0,002	2,9387
C10 tramo 4-12	0,5	230	180	0,78	1,5	0	4	0,0015	2,9403
C10 tramo 4-13	0,5	230	120	0,52	1,5	0	4	0,001	2,9413
C10 tramo 4-14	0,5	230	60	0,26	1,5	0	4	0,0005	2,9418
C10 tramo 1-3	1,19	230	583	2,82	1,5	0,1	4	0,0117	2,8526
C10 tramo 3-1	0,47	230	583	2,82	1,5	0,1	4	0,0046	2,8572
C10 tramo 3-2	1,8	230	117	0,56	1,5	0	4	0,0035	2,8608
C10 tramo 3-3	1,11	230	350	1,69	1,5	0	4	0,0066	2,8638
C10 tramo 3-4	1,11	230	233	1,13	1,5	0	4	0,0044	2,8682
C10 tramo 3-5	1,8	230	117	0,56	1,5	0	4	0,0035	2,8717
C10 tramo 1-5	0,22	230	2.647	11,73	1,5	1,4	4	0,0098	2,8507
C10 tramo 1-6	0,07	230	233	1,13	1,5	0	4	0,0003	2,851
C10 tramo 6-1	1,42	230	233	1,13	1,5	0	4	0,0056	2,8566
C10 tramo 6-2	1,08	230	117	0,56	1,5	0	4	0,0021	2,8587
C10 tramo 1-7	3,47	230	2.413	10,61	1,5	1,4	4	0,1413	2,992
C10 tramo 1-8	0,07	230	117	0,56	1,5	0	4	0,0001	2,9922
C10 tramo 8-1	0,91	230	117	0,56	1,5	0	4	0,0018	2,994
C10 tramo 8-2	1,52	230	58	0,28	1,5	0	4	0,0015	2,9955
C10 tramo 1-9	1,63	230	2.297	10,04	1,5	1,1	4	0,0632	3,0552
C10 tramo 1-10	0,09	230	117	0,56	1,5	0	4	0,0002	3,0554
C10 tramo 10-1	0,9	230	117	0,56	1,5	0	4	0,0018	3,0572
C10 tramo 10-2	1,52	230	58	0,28	1,5	0	4	0,0015	3,0587
C10 tramo 1-11	1,6	230	2.180	9,48	1,5	1	4	0,0589	3,1141
C10 tramo 1-12	0,07	230	540	2,35	1,5	0,1	4	0,0006	3,1147

ANEXOS

C10 tramo 12-1	0,63	230	540	2,35	1,5	0,1	4	0,0058	3,1205
C10 tramo 12-5	1,13	230	120	0,52	1,5	0	4	0,0023	3,1228
C10 tramo 12-6	1,13	230	60	0,26	1,5	0	4	0,0011	3,1239
C10 tramo 12-7	0,9	230	180	0,78	1,5	0	4	0,0027	3,1232
C10 tramo 12-8	1,13	230	120	0,52	1,5	0	4	0,0023	3,1255
C10 tramo 12-9	1,13	230	60	0,26	1,5	0	4	0,0011	3,1267
C10 tramo 12-2	0,9	230	180	0,78	1,5	0	4	0,0027	3,1232
C10 tramo 12-3	1,13	230	120	0,52	1,5	0	4	0,0023	3,1255
C10 tramo 12-4	1,13	230	60	0,26	1,5	0	4	0,0011	3,1267
C10 tramo 1-13	1,38	230	1.640	7,13	1,5	0,8	4	0,0383	3,1524
C10 tramo 1-14	0,07	230	1.100	4,78	1,5	0,6	4	0,0013	3,1537
C10 tramo 14-1	7,46	230	1.100	4,78	1,5	0,6	4	0,1385	3,2922
C10 tramo 14-2	0,82	230	200	0,87	1,5	0	4	0,0028	3,2949
C10 tramo 14-3	0,83	230	100	0,43	1,5	0	4	0,0014	3,2963
C10 tramo 14-4	1,3	230	800	3,48	1,5	0,1	4	0,0176	3,3097
C10 tramo 14-5	0,82	230	200	0,87	1,5	0	4	0,0028	3,3125
C10 tramo 14-6	0,83	230	100	0,43	1,5	0	4	0,0014	3,3139
C10 tramo 14-7	1,3	230	500	2,17	1,5	0,1	4	0,011	3,3207
C10 tramo 14-10	1,31	230	200	0,87	1,5	0	4	0,0044	3,3251
C10 tramo 14-11	1,64	230	100	0,43	1,5	0	4	0,0028	3,3279
C10 tramo 14-8	0,82	230	200	0,87	1,5	0	4	0,0028	3,3235
C10 tramo 14-9	0,83	230	100	0,43	1,5	0	4	0,0014	3,3249
C10 tramo 1-15	1,79	230	540	2,35	1,5	0,1	4	0,0163	3,1687
C10 tramo 15-1	0,57	230	540	2,35	1,5	0,1	4	0,0052	3,1739
C10 tramo 15-5	1,13	230	120	0,52	1,5	0	4	0,0023	3,1762
C10 tramo 15-6	1,13	230	60	0,26	1,5	0	4	0,0011	3,1773
C10 tramo 15-7	1	230	180	0,78	1,5	0	4	0,003	3,1769
C10 tramo 15-8	1,13	230	120	0,52	1,5	0	4	0,0023	3,1792
C10 tramo 15-9	1,13	230	60	0,26	1,5	0	4	0,0011	3,1804
C10 tramo 15-2	0,9	230	180	0,78	1,5	0	4	0,0027	3,1766
C10 tramo 15-3	1,13	230	120	0,52	1,5	0	4	0,0023	3,1789
C10 tramo 15-4	1,13	230	60	0,26	1,5	0	4	0,0011	3,1801

Donde:

L: Longitud del tramo, en metros.

Un: Tensión de línea, en voltios.

Pcal: Potencia de cálculo, en vatios.

In: Intensidad de cálculo, en amperios.

Scal: Sección calculada por calentamiento, en mm².

ANEXOS

Scdt: Sección calculada por caída de tensión, en mm².

Sadp: Sección adoptada, en mm².

CdtTr: Caída de tensión en el tramo, en porcentaje (%).

CdtAc: Caída de tensión acumulada, en porcentaje (%).

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO C11									
Tramo	L	Un	Pcal	In	Scal	Scdt	Sadp	CdtTr	CdtAc
C11 Enchufes P1 tramo 1-2 o principal	11,86	230	3.450	15	2,5	1,1	2,5	1,105	1,2528
C11 tramo 1-3	6,84	230	3.450	15	2,5	0,6	2,5	0,6373	1,8901
C11 tramo 1-4	1,3	230	3.450	15	2,5	0,1	2,5	0,1211	2,0112
C11 tramo 4-2	0,11	230	3.450	15	2,5	0	2,5	0,0102	2,0214
C11 tramo 4-1	0,12	230	3.450	15	2,5	0	2,5	0,0111	2,0223
C11 tramo 1-5	11,66	230	2.300	10	1,5	0,3	2,5	0,7242	2,6143
C11 tramo 5-1	0,06	230	2.300	10	1,5	0	2,5	0,0034	2,6177
C11 tramo 1-6	9,59	230	2.300	10	1,5	0,2	2,5	0,5957	3,2099
C11 tramo 6-1	0,05	230	2.300	10	1,5	0	2,5	0,0032	3,2132
C11 tramo 1-7	9,27	230	2.300	10	1,5	0,2	2,5	0,5758	3,7857
C11 tramo 7-1	0,05	230	2.300	10	1,5	0	2,5	0,0034	3,7891
C11 tramo 1-8	5,73	230	2.300	10	1,5	0,1	2,5	0,3559	4,1416
C11 tramo 8-1	0,04	230	2.300	10	1,5	0	2,5	0,0027	4,1444

Donde:

L: Longitud del tramo, en metros.

Un: Tensión de línea, en voltios.

Pcal: Potencia de cálculo, en vatios.

In: Intensidad de cálculo, en amperios.

Scal: Sección calculada por calentamiento, en mm².

Scdt: Sección calculada por caída de tensión, en mm².

Sadp: Sección adoptada, en mm².

CdtTr: Caída de tensión en el tramo, en porcentaje (%).

CdtAc: Caída de tensión acumulada, en porcentaje (%).

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO C12									
Tramo	L	Un	Pcal	In	Scal	Scdt	Sadp	CdtTr	CdtAc
C12 Enchufes2 P1 tramo 1-2 o principal	12,75	230	2.300	10	1,5	0,6	2,5	0,7919	0,9398
C12 tramo 1-3	5,2	230	2.300	10	1,5	0,2	2,5	0,323	1,2627
C12 tramo 3-1	0,09	230	2.300	10	1,5	0	2,5	0,0056	1,2684
C12 tramo 3-2	0,11	230	2.300	10	1,5	0	2,5	0,0071	1,2698

ANEXOS

C12 tramo 1-4	4,23	230	3.450	15	2,5	0,2	2,5	0,3941	1,6568
C12 tramo 4-1	0,04	230	2.300	10	1,5	0	2,5	0,0024	1,6592
C12 tramo 1-5	7,27	230	3.450	15	2,5	0,3	2,5	0,6773	2,3342
C12 tramo 5-1	0,08	230	3.450	15	2,5	0	2,5	0,007	2,3412
C12 tramo 1-6	1,64	230	3.450	15	2,5	0,1	2,5	0,1528	2,487
C12 tramo 6-1	0,07	230	3.450	15	2,5	0	2,5	0,0067	2,4936
C12 tramo 1-7	4,81	230	3.450	15	2,5	0,2	2,5	0,4481	2,9351
C12 tramo 7-1	0,06	230	3.450	15	2,5	0	2,5	0,0057	2,9408
C12 tramo 1-8	5	230	3.450	15	2,5	0,2	2,5	0,4658	3,4009
C12 tramo 8-1	0,07	230	3.450	15	2,5	0	2,5	0,0068	3,4078

Donde:

L: Longitud del tramo, en metros.

Un: Tensión de línea, en voltios.

Pcal: Potencia de cálculo, en vatios.

In: Intensidad de cálculo, en amperios.

Scal: Sección calculada por calentamiento, en mm².

Scdt: Sección calculada por caída de tensión, en mm².

Sadp: Sección adoptada, en mm².

CdtTr: Caída de tensión en el tramo, en porcentaje (%).

CdtAc: Caída de tensión acumulada, en porcentaje (%).

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO C13									
Tramo	L	Un	Pcal	In	Scal	Scdt	Sadp	CdtTr	CdtAc
C13 lavavajillas y lavadora tramo 1-2 o principal	3,62	230	15.794	76,3	25	1,2	25	0,1543	0,3022
C13 tramo 1-5	3,72	230	6.618	31,97	6	0,3	25	0,0665	0,3686
C13 tramo 1-3	0,65	230	10.500	50,72	16	0,3	25	0,0184	0,3206
C13 tramo 3-1	0,05	230	6.618	31,97	6	0	25	0,0009	0,3215
C13 tramo 1-4	3,92	230	4.853	23,44	4	0,2	25	0,0514	0,372

Donde:

L: Longitud del tramo, en metros.

Un: Tensión de línea, en voltios.

Pcal: Potencia de cálculo, en vatios.

In: Intensidad de cálculo, en amperios.

Scal: Sección calculada por calentamiento, en mm².

Scdt: Sección calculada por caída de tensión, en mm².

Sadp: Sección adoptada, en mm².

ANEXOS

CdtTr: Caída de tensión en el tramo, en porcentaje (%).

CdtAc: Caída de tensión acumulada, en porcentaje (%).

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO C14									
Tramo	L	Un	Pcal	In	Scal	Scdt	Sadp	CdtTr	CdtAc
C14 Campanas extractoras cocinas tramo 1-2 o principal	3,6	230	3.056	13,29	1,5	0,1	2,5	0,2975	0,4453
C14 tramo 1-8	6,19	230	569	2,48	1,5	0	2,5	0,0952	0,5405
C14 tramo 1-3	4,92	230	3.056	13,29	1,5	0,2	2,5	0,406	0,8513
C14 tramo 1-4	1,33	230	569	2,48	1,5	0	2,5	0,0205	0,8717
C14 tramo 1-5	8,73	230	3.056	13,29	1,5	0,3	2,5	0,7204	1,5716
C14 tramo 1-6	2,58	230	3.056	13,29	1,5	0,1	2,5	0,2129	1,7845
C14 tramo 1-7	1,79	230	833	3,62	1,5	0	2,5	0,0403	1,6119

Donde:

L: Longitud del tramo, en metros.

Un: Tensión de línea, en voltios.

Pcal: Potencia de cálculo, en vatios.

In: Intensidad de cálculo, en amperios.

Scal: Sección calculada por calentamiento, en mm².

Scdt: Sección calculada por caída de tensión, en mm².

Sadp: Sección adoptada, en mm².

CdtTr: Caída de tensión en el tramo, en porcentaje (%).

CdtAc: Caída de tensión acumulada, en porcentaje (%).

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO C15									
Tramo	L	Un	Pcal	In	Scal	Scdt	Sadp	CdtTr	CdtAc
C15 Cámaras y elevador tramo 1-2 o principal	2,87	400	7.721	12,38	1,5	0,1	2,5	0,0988	0,2466
C15 tramo 2-1	7,35	400	1.838	2,95	1,5	0	2,5	0,0603	0,3069
C15 Cámaras y elevador tramo 1-3	2,5	400	6.235	10	1,5	0,1	2,5	0,0695	0,3161
C15 tramo 3-1	0,19	400	1.765	2,83	1,5	0	2,5	0,0015	0,3176
C15 tramo 1-4	1,59	400	4.824	7,74	1,5	0	2,5	0,0342	0,3503
C15 tramo 4-1	0,19	400	2.588	4,15	1,5	0	2,5	0,0022	0,3525
C15 tramo 4-2	2,44	400	1.029	1,65	1,5	0	2,5	0,0112	0,3637
C15 tramo 1-5	2,12	400	2.588	4,15	1,5	0	2,5	0,0245	0,3748
C15 tramo 5-1	2,74	400	1.029	1,65	1,5	0	2,5	0,0126	0,3874

Donde:

ANEXOS

L: Longitud del tramo, en metros.

Un: Tensión de línea, en voltios.

Pcal: Potencia de cálculo, en vatios.

In: Intensidad de cálculo, en amperios.

Scal: Sección calculada por calentamiento, en mm².

Scdt: Sección calculada por caída de tensión, en mm².

Sadp: Sección adoptada, en mm².

CdtTr: Caída de tensión en el tramo, en porcentaje (%).

CdtAc: Caída de tensión acumulada, en porcentaje (%).

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO C16									
Tramo	L	Un	Pcal	In	Scal	Scdt	Sadp	CdtTr	CdtAc
C16 Armarios frios tramo 1-2 o principal	12,25	230	5.350	25,85	4	3,7	6	0,7374	0,8853
C16 tramo 1-3	12,25	230	4.468	21,58	4	3,1	6	0,6158	1,5011
C16 tramo 1-4	12,25	230	2.348	11,34	1,5	0,9	6	0,3237	1,8248
C16 tramo 4-1	0,08	230	1.139	5,5	1,5	0	6	0,001	1,8258
C16 tramo 1-5	12,25	230	1.394	6,73	1,5	0,5	6	0,1922	2,0169
C16 tramo 1-6	12,25	230	588	2,84	1,5	0,1	6	0,0811	2,098
C16 tramo 5-1	12,25	230	924	4,46	1,5	0,2	6	0,1273	2,1442
C16 tramo 1-7	12,25	230	2.347	11,34	1,5	1,8	6	0,3235	1,8246
C16 tramo 1-8	12,25	230	588	2,84	1,5	0,1	6	0,0811	1,9057
C16 tramo 1-9	12,25	230	1.876	9,07	1,5	1,4	6	0,2587	2,0832
C16 tramo 9-1	12,25	230	324	1,56	1,5	0,1	6	0,0446	2,1278
C16 tramo 1-10	12,25	230	1.618	7,81	1,5	1	6	0,223	2,3062
C16 tramo 1-11	12,25	230	1.618	7,81	1,5	0,7	6	0,223	2,5292
C16 tramo 1-12	12,25	230	1.206	5,83	1,5	0,3	6	0,1662	2,6954
C16 tramo 11-1	12,25	230	515	2,49	1,5	0,1	6	0,0709	2,6001
C16 tramo 1-13	12,25	230	1.000	4,83	1,5	0,2	6	0,1378	1,0231
C16 tramo 1-14	4,98	230	1.000	4,83	1,5	0,1	6	0,056	1,0791
C16 tramo 14-1	0,12	230	588	2,84	1,5	0	6	0,0008	1,0799
C16 tramo 1-15	3,32	230	515	2,49	1,5	0	6	0,0192	1,0984

Donde:

L: Longitud del tramo, en metros.

Un: Tensión de línea, en voltios.

Pcal: Potencia de cálculo, en vatios.

In: Intensidad de cálculo, en amperios.

Scal: Sección calculada por calentamiento, en mm².

ANEXOS

Scdt: Sección calculada por caída de tensión, en mm².

Sadp: Sección adoptada, en mm².

CdtTr: Caída de tensión en el tramo, en porcentaje (%).

CdtAc: Caída de tensión acumulada, en porcentaje (%).

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO C17									
Tramo	L	Un	Pcal	In	Scal	Scdt	Sadp	CdtTr	CdtAc
C17 Fancoils tramo 1-8, P1	46,29	230	3.306	15,97	2,5	2,4	6	1,722	1,8698
C17 Fancoils tramo 1-9	3,4	230	3.306	15,97	2,5	0,9	6	0,1265	1,9963
C17 Fancoils tramo 1-11	14,68	230	1.191	5,75	1,5	0,3	6	0,1968	2,1931
C17 Fancoils tramo 1-10	12,77	230	2.353	11,37	1,5	0,5	6	0,3381	2,3344
C17 Fancoils tramo 1-2, PB	0,31	230	2.603	12,57	1,5	0,6	6	0,009	0,1569
C17 Fancoils tramo 1-3	3,2	230	2.603	12,57	1,5	0,6	35	0,0161	0,1729
C17 Fancoils tramo 1-4	0,9	230	882	4,26	1,5	0	35	0,0015	0,1745
C17 Fancoils tramo 1-5	5,9	230	1.897	9,16	1,5	0,5	35	0,0216	0,1945
C17 Fancoils tramo 1-6	10,48	230	1.191	5,75	1,5	0,1	35	0,0241	0,2186
C17 Fancoil tramo 1-7	21,7	230	882	4,26	1,5	0,2	35	0,0369	0,2315

Donde:

L: Longitud del tramo, en metros.

Un: Tensión de línea, en voltios.

Pcal: Potencia de cálculo, en vatios.

In: Intensidad de cálculo, en amperios.

Scal: Sección calculada por calentamiento, en mm².

Scdt: Sección calculada por caída de tensión, en mm².

Sadp: Sección adoptada, en mm².

CdtTr: Caída de tensión en el tramo, en porcentaje (%).

CdtAc: Caída de tensión acumulada, en porcentaje (%).

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO C18									
Tramo	L	Un	Pcal	In	Scal	Scdt	Sadp	CdtTr	CdtAc

ANEXOS

C18 Climatizadora exterior tramo 1-2 o principal	11,85	400	60.147	96,46	50	4,5	50	0,1591	0,3069
C18 climatizadora exterior tramo 1-3	27,58	400	60.147	96,46	50	3,3	50	0,3703	0,6772

Donde:

L: Longitud del tramo, en metros.

Un: Tensión de línea, en voltios.

Pcal: Potencia de cálculo, en vatios.

In: Intensidad de cálculo, en amperios.

Scal: Sección calculada por calentamiento, en mm².

Scdt: Sección calculada por caída de tensión, en mm².

Sadp: Sección adoptada, en mm².

CdtTr: Caída de tensión en el tramo, en porcentaje (%).

CdtAc: Caída de tensión acumulada, en porcentaje (%).

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO C19									
Tramo	L	Un	Pcal	In	Scal	Scdt	Sadp	CdtTr	CdtAc
C19 Ventiladores extracción tramo 1-2 o principal	12,75	400	2.941	4,72	1,5	0,2	2,5	0,1674	0,3152
C19 Ventiladores extracción tramo 1-3	13,58	400	2.941	4,72	1,5	0,1	2,5	0,1783	0,4936
C19 Ventiladores extracción tramo 1-4	1	400	2.941	4,72	1,5	0	2,5	0,0131	0,5067

Donde:

L: Longitud del tramo, en metros.

Un: Tensión de línea, en voltios.

Pcal: Potencia de cálculo, en vatios.

In: Intensidad de cálculo, en amperios.

Scal: Sección calculada por calentamiento, en mm².

Scdt: Sección calculada por caída de tensión, en mm².

Sadp: Sección adoptada, en mm².

CdtTr: Caída de tensión en el tramo, en porcentaje (%).

CdtAc: Caída de tensión acumulada, en porcentaje (%).

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO C20									
Tramo	L	Un	Pcal	In	Scal	Scdt	Sadp	CdtTr	CdtAc
C20 Alumbrado emergencia tramo 1-2 o principal	0,32	230	1.115	5,38	1,5	0,4	1,5	0,0161	0,1639

ANEXOS

C20 tramo 1-3	3,35	230	544	2,63	1,5	0,2	1,5	0,0821	0,246
C20 tramo 1-4	0,78	230	233	1,13	1,5	0	1,5	0,0082	0,2542
C20 tramo 4-1	1,33	230	26	0,13	1,5	0	1,5	0,0015	0,2558
C20 tramo 4-2	0,78	230	207	1	1,5	0	1,5	0,0073	0,2615
C20 tramo 4-3	1,44	230	181	0,88	1,5	0	1,5	0,0118	0,2733
C20 tramo 4-4	1,33	230	26	0,13	1,5	0	1,5	0,0015	0,2748
C20 tramo 4-5	2,19	230	156	0,75	1,5	0	1,5	0,0153	0,2886
C20 tramo 4-6	2,8	230	52	0,25	1,5	0	1,5	0,0065	0,2951
C20 tramo 4-7	0,19	230	26	0,13	1,5	0	1,5	0,0002	0,2954
C20 tramo 4-8	0,69	230	26	0,13	1,5	0	1,5	0,0008	0,2959
C20 tramo 4-9	0,14	230	26	0,13	1,5	0	1,5	0,0002	0,2888
C20 tramo 4-10	2,17	230	78	0,38	1,5	0	1,5	0,0076	0,2962
C20 tramo 4-11	2,52	230	52	0,25	1,5	0	1,5	0,0059	0,3021
C20 tramo 4-12	0,58	230	52	0,25	1,5	0	1,5	0,0014	0,3034
C20 tramo 4-13	4,04	230	26	0,13	1,5	0	1,5	0,0047	0,3081
C20 tramo 1-5	1,79	230	311	1,5	1,5	0,1	1,5	0,0251	0,2711
C20 tramo 1-6	2,6	230	285	1,38	1,5	0,1	1,5	0,0334	0,3044
C20 tramo 1-7	3	230	259	1,25	1,5	0,1	1,5	0,035	0,3394
C20 tramo 1-8	0,55	230	233	1,13	1,5	0,1	1,5	0,0058	0,3452
C20 tramo 1-9	2,27	230	207	1	1,5	0,1	1,5	0,0212	0,3664
C20 tramo 9-1	2,19	230	26	0,13	1,5	0	1,5	0,0026	0,369
C20 tramo 1-10	2,62	230	181	0,88	1,5	0,1	1,5	0,0214	0,3878
C20 tramo 10-1	0,34	230	26	0,13	1,5	0	1,5	0,0004	0,3882
C20 tramo 1-11	1	230	156	0,75	1,5	0,1	1,5	0,007	0,3948
C20 tramo 1-12	4,81	230	130	0,63	1,5	0	1,5	0,0281	0,4229
C20 tramo 1-13	8,52	230	104	0,5	1,5	0	1,5	0,0398	0,4626
C20 tramo 1-14	7,11	230	78	0,38	1,5	0	1,5	0,0249	0,4875
C20 tramo 1-15	7,75	230	52	0,25	1,5	0	1,5	0,0181	0,5056
C20 tramo 1-16	9,39	230	26	0,13	1,5	0	1,5	0,011	0,5165
C20 tramo 6-1	0,27	230	26	0,13	1,5	0	1,5	0,0003	0,3047
C20 tramo 1-17	0,89	230	570	2,75	1,5	0,3	1,5	0,0228	0,1868
C20 tramo 1-18	16,85	230	415	2	1,5	0,2	1,5	0,3145	0,5013
C20 tramo 1-21	0,71	230	156	0,75	1,5	0	1,5	0,005	0,5063
C20 tramo 21-1	0,85	230	130	0,63	1,5	0	1,5	0,005	0,5112
C20 tramo 21-2	0,87	230	104	0,5	1,5	0	1,5	0,0041	0,5153
C20 tramo 21-3	1,63	230	78	0,38	1,5	0	1,5	0,0057	0,521
C20 tramo 21-5	3,05	230	26	0,13	1,5	0	1,5	0,0036	0,5246
C20 tramo 21-4	2,02	230	26	0,13	1,5	0	1,5	0,0024	0,5234

ANEXOS

C20 tramo 1-20	1,52	230	52	0,25	1,5	0	1,5	0,0036	0,5049
C20 tramo 20-1	1,31	230	26	0,13	1,5	0	1,5	0,0015	0,5064
C20 tramo 1-19	8,07	230	207	1	1,5	0,1	1,5	0,0753	0,5766
C20 tramo 19-1	7,43	230	181	0,88	1,5	0,1	1,5	0,0607	0,6373
C20 tramo 19-2	0,89	230	156	0,75	1,5	0,1	1,5	0,0062	0,6435
C20 tramo 19-3	11,54	230	130	0,63	1,5	0,1	1,5	0,0673	0,7108
C20 tramo 19-4	5	230	104	0,5	1,5	0	1,5	0,0233	0,7342
C20 tramo 19-5	11,39	230	78	0,38	1,5	0	1,5	0,0399	0,774
C20 tramo 19-6	2,84	230	52	0,25	1,5	0	1,5	0,0066	0,7806
C20 tramo 19-7	1,65	230	26	0,13	1,5	0	1,5	0,0019	0,7826
C20 tramo 17-1	0,71	230	156	0,75	1,5	0	1,5	0,0049	0,1917
C20 tramo 17-2	5,06	230	130	0,63	1,5	0	1,5	0,0295	0,2213
C20 tramo 17-3	0,19	230	26	0,13	1,5	0	1,5	0,0002	0,2215
C20 tramo 17-4	0,79	230	104	0,5	1,5	0	1,5	0,0037	0,225
C20 tramo 17-5	0,14	230	26	0,13	1,5	0	1,5	0,0002	0,2251
C20 tramo 17-6	0,63	230	78	0,38	1,5	0	1,5	0,0022	0,2272
C20 tramo 17-7	0,19	230	26	0,13	1,5	0	1,5	0,0002	0,2274
C20 tramo 17-8	2,45	230	52	0,25	1,5	0	1,5	0,0057	0,2329
C20 tramo 17-9	0,14	230	26	0,13	1,5	0	1,5	0,0002	0,2331
C20 tramo 17-10	0,78	230	26	0,13	1,5	0	1,5	0,0009	0,2338

Donde:

L: Longitud del tramo, en metros.

Un: Tensión de línea, en voltios.

Pcal: Potencia de cálculo, en vatios.

In: Intensidad de cálculo, en amperios.

Scal: Sección calculada por calentamiento, en mm².

Scdt: Sección calculada por caída de tensión, en mm².

Sadp: Sección adoptada, en mm².

CdtTr: Caída de tensión en el tramo, en porcentaje (%).

CdtAc: Caída de tensión acumulada, en porcentaje (%).

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO C21									
Tramo	L	Un	Pcal	In	Scal	Scdt	Sadp	CdtTr	CdtAc
C21 Ventiladores cocinas, tramo 1-2 o principal	2,42	400	6.765	10,85	1,5	0,2	2,5	0,0731	0,221
C21 Ventilador aportación cocinas, tramo 1-3	7,9	400	1.103	1,77	1,5	0	2,5	0,0389	0,2599

ANEXOS

C21 Ventilador extracción campanas, tramo 1-4	7	400	5.882	9,43	1,5	0,2	2,5	0,1838	0,4048
C21 Tramo 1-5	11,02	400	5.882	9,43	1,5	0,1	2,5	0,2894	0,6942

Donde:

L: Longitud del tramo, en metros.

Un: Tensión de línea, en voltios.

Pcal: Potencia de cálculo, en vatios.

In: Intensidad de cálculo, en amperios.

Scal: Sección calculada por calentamiento, en mm².

Scdt: Sección calculada por caída de tensión, en mm².

Sadp: Sección adoptada, en mm².

CdtTr: Caída de tensión en el tramo, en porcentaje (%).

CdtAc: Caída de tensión acumulada, en porcentaje (%).

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO C22									
Tramo	L	Un	Pcal	In	Scal	Scdt	Sadp	CdtTr	CdtAc
C22 Grupo de presión tramo 1-2	2,84	230	824	3,98	1,5	0	2,5	0,0632	0,211

Donde:

L: Longitud del tramo, en metros.

Un: Tensión de línea, en voltios.

Pcal: Potencia de cálculo, en vatios.

In: Intensidad de cálculo, en amperios.

Scal: Sección calculada por calentamiento, en mm².

Scdt: Sección calculada por caída de tensión, en mm².

Sadp: Sección adoptada, en mm².

CdtTr: Caída de tensión en el tramo, en porcentaje (%).

CdtAc: Caída de tensión acumulada, en porcentaje (%).

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO C23									
Tramo	L	Un	Pcal	In	Scal	Scdt	Sadp	CdtTr	CdtAc
C23 Elementos instalación ACS P1Tramo 1-2 o principal	7	230	2.990	13	1,5	0,4	2,5	0,5652	0,7131
C23 Tramo 2-1	0,47	230	2.990	13	2,5	0	2,5	0,0377	0,7507
C23 Tramo 2-2	0,35	230	690	3	1,5	0	2,5	0,0065	0,7572

Donde:

ANEXOS

L: Longitud del tramo, en metros.

Un: Tensión de línea, en voltios.

Pcal: Potencia de cálculo, en vatios.

In: Intensidad de cálculo, en amperios.

Scal: Sección calculada por calentamiento, en mm².

Scdt: Sección calculada por caída de tensión, en mm².

Sadp: Sección adoptada, en mm².

CdtTr: Caída de tensión en el tramo, en porcentaje (%).

CdtAc: Caída de tensión acumulada, en porcentaje (%).

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO C24									
Tramo	L	Un	Pcal	In	Scal	Scdt	Sadp	CdtTr	CdtAc
C24 Ventiladores extracción PB, tramo 1-2 o principal	13,02	400	5.294	8,49	1,5	0,2	2,5	0,3077	0,4556
C24 Tramo 1-3	20,48	400	2.941	4,72	1,5	0,1	2,5	0,2689	0,7245

Donde:

L: Longitud del tramo, en metros.

Un: Tensión de línea, en voltios.

Pcal: Potencia de cálculo, en vatios.

In: Intensidad de cálculo, en amperios.

Scal: Sección calculada por calentamiento, en mm².

Scdt: Sección calculada por caída de tensión, en mm².

Sadp: Sección adoptada, en mm².

CdtTr: Caída de tensión en el tramo, en porcentaje (%).

CdtAc: Caída de tensión acumulada, en porcentaje (%).

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO C25									
Tramo	L	Un	Pcal	In	Scal	Scdt	Sadp	CdtTr	CdtAc
C25 Ventiladores lavabos PB tramo 1-2	2,48	230	116	0,56	1,5	0	2,5	0,0078	0,1556
C25 Tramo 1-3	0,2	230	29	0,14	1,5	0	2,5	0,0002	0,1558
C25 Tramo 1-4	2,11	230	93	0,45	1,5	0	2,5	0,0053	0,1609
C25 Tramo 1-5	0,2	230	51	0,25	1,5	0	2,5	0,0003	0,1612
C25 Tramo 1-6	3,44	230	51	0,25	1,5	0	2,5	0,0048	0,1657
C25 Ventiladores lavabos, vestuarios P1, tramo 1-2	7	230	163	0,79	1,5	0	2,5	0,0309	0,1787
C25 Tramo 1-3	2,05	230	140	0,67	1,5	0	2,5	0,0077	0,1864

ANEXOS

C25 Tramo 3-1	0,15	230	29	0,14	1,5	0	2,5	0,0001	0,1865
C25 Tramo 3-2	1,66	230	116	0,56	1,5	0	2,5	0,0052	0,1916
C25 Tramo 3-3	0,15	230	29	0,14	1,5	0	2,5	0,0001	0,1918
C25 Tramo 3-4	1,63	230	93	0,45	1,5	0	2,5	0,0041	0,1957
C25 Tramo 3-5	0,15	230	51	0,25	1,5	0	2,5	0,0002	0,1959
C25 Tramo 3-6	3,42	230	51	0,25	1,5	0	2,5	0,0048	0,2005
C25 Tramo 1-4	4,19	230	29	0,14	1,5	0	2,5	0,0033	0,182

Donde:

L: Longitud del tramo, en metros.

Un: Tensión de línea, en voltios.

Pcal: Potencia de cálculo, en vatios.

In: Intensidad de cálculo, en amperios.

Scal: Sección calculada por calentamiento, en mm².

Scdt: Sección calculada por caída de tensión, en mm².

Sadp: Sección adoptada, en mm².

CdtTr: Caída de tensión en el tramo, en porcentaje (%).

CdtAc: Caída de tensión acumulada, en porcentaje (%).

2.1.10.9. RESUMEN DETALLADO POR CIRCUITOS

2.1.10.9.1. Acometida

Datos de partida:

- Todos los tramos del circuito suman una longitud de 13,20 m.
- El cable empleado y su instalación siguen la referencia RV 0,6/1 kV Cu Enterrado bajo tubo.
- Los conductores están distribuidos en 3F+N con 2 conductores por fase.
- La tensión entre hilos activos es de 400 V.

Potencias:

- Todos los receptores alimentados por el circuito suman una potencia instalada de 175.506 W.
- Entre ellos se encuentran lámparas o tubos de descarga, por lo que aplicamos el factor 1,8 sobre la carga mínima prevista en voltiamperios para estos receptores.
- Alimenta receptores de tipo motor, por lo que aumentamos la carga mínima prevista en un 25% sobre la potencia del mayor motor.
- Aplicamos factor de simultaneidad, obteniendo una potencia final de cálculo de 149.806 W.

Intensidades:

- En función de la potencia de cálculo, y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo, o máxima prevista, que asciende a 116,36 A:
 $149.806 / (2 \times \sqrt{3} \times 400 \times 0,93) = 116,36 \text{ A}$
- Según la tabla 52-N1, col.3 Cu y los factores correctores (0,80×0,80) que la norma UNE 20.460 específica para este tipo de configuración de cable y montaje, la intensidad máxima admisible del circuito para la sección adoptada según el apartado siguiente, se calcula en 214,40 A:
 $335,00 \times 0,64 = 214,40 \text{ A}$
- En función de la potencia de cortocircuito de la red y la impedancia de los conductores hasta este punto de la instalación, obtenemos una intensidad de cortocircuito de 26,14 kA.

Secciones:

- Obtenemos una sección por caída de tensión de 14,10 mm² y por calentamiento de 35,00 mm².
- Adoptamos la sección de 95,00 mm² y designamos el circuito con:
 $2 \times (3 \times 95 / 50) \text{ mm}^2 \text{ Cu bajo tubo} = 160 \text{ mm}$

Caídas de tensión:

- La caída de tensión acumulada más desfavorable del circuito se produce en un fusible a 13,20 metros de la cabecera del mismo, y tiene por valor 0,4646 V (0,12 %).

2.1.10.9.2. Derivación individual

Datos de partida:

- Todos los tramos del circuito suman una longitud de 1,80 m.
- El cable empleado y su instalación siguen la referencia RV 0,6/1 kV Cu Enterrado bajo tubo.
- Los conductores están distribuidos en 3F+N+P con 1 conductor por fase.
- La tensión entre hilos activos es de 400 V.
- Hemos considerado aplicar un factor de simultaneidad de 0,90 al primer tramo del circuito con independencia de otros factores estimados aguas abajo del mismo.

Potencias:

- Todos los receptores alimentados por el circuito suman una potencia instalada de 175.506 W.

- Entre ellos se encuentran lámparas o tubos de descarga, por lo que aplicamos el factor 1,8 sobre la carga mínima prevista en voltiamperios para estos receptores.
- Alimenta receptores de tipo motor, por lo que aumentamos la carga mínima prevista en un 25% sobre la potencia del mayor motor.
- Aplicamos factor de simultaneidad, obteniendo una potencia final de cálculo de 149.806 W.

Intensidades:

- En función de la potencia de cálculo, y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo, o máxima prevista, que asciende a 232,71 A:
$$149.806/(\sqrt{3} \times 400 \times 0,93) = 232,71 \text{ A}$$
- Según la tabla 52-N1, col.3 Cu y los factores correctores (0,80) que la norma UNE 20.460 especifica para este tipo de configuración de cable y montaje, la intensidad máxima admisible del circuito para la sección adoptada según el apartado siguiente, se calcula en 268,00 A:
$$335,00 \times 0,80 = 268,00 \text{ A}$$
- En función de la potencia de cortocircuito de la red y la impedancia de los conductores hasta este punto de la instalación, obtenemos una intensidad de cortocircuito de 25,17 kA.

Secciones:

- Obtenemos una sección por caída de tensión de 11,78 mm² y por calentamiento de 95,00 mm².
- Adoptamos la sección de 95,00 mm² y designamos el circuito con:
(3×95/50)+TT×50mm²Cu bajo tubo=140mm

Caídas de tensión:

- La caída de tensión acumulada más desfavorable del circuito se produce en un cuadro distribución a 1,80 metros de la cabecera del mismo, y tiene por valor 0,5913 V (0,15 %).

2.1.10.9.3. C1 Alumbrado comedor PB y cocina tramo principal

Datos de partida:

- Todos los tramos del circuito suman una longitud de 160,84 m.
- Tipos de cable y métodos de instalación empleados en el circuito:
- PVC 750V Cu Empotrado bajo tubo flexible PVC
- PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial
- Los conductores están distribuidos en F+N con 1 conductor por fase.
- La tensión entre hilos activos es de 230 V.

Potencias:

- Todos los receptores alimentados por el circuito suman una potencia instalada de 4.140 W.
- Entre ellos se encuentran lámparas o tubos de descarga, por lo que aplicamos el factor 1,8 sobre la carga mínima prevista en voltiamperios para estos receptores.
- Aplicamos factor de simultaneidad, obteniendo una potencia final de cálculo de 5.737 W.

Intensidades:

- En función de la potencia de cálculo, y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo, o máxima prevista, que asciende a 26,96 A:
 $5.737 / (230 \times 0,93) = 26,96 \text{ A}$
- Según la tabla 52-C1, col.A Cu y los factores correctores (1,00) que la norma UNE 20.460 especifica para este tipo de configuración de cable y montaje, la intensidad máxima admisible del circuito para la sección adoptada según el apartado siguiente, se calcula en 40,00 A:
 $40,00 \times 1,00 = 40,00 \text{ A}$
- En función de la potencia de cortocircuito de la red y la impedancia de los conductores hasta este punto de la instalación, obtenemos una intensidad de cortocircuito de 6,44 kA.

Secciones:

- Obtenemos una sección por caída de tensión de 2,22 mm² y por calentamiento de 6,00 mm².
- Adoptamos la sección de 10,00 mm² y designamos el circuito con:
(2×10)mm²Cu bajo tubo=25mm

Caídas de tensión:

- La caída de tensión acumulada más desfavorable del circuito se produce en un alumbrado tubo descarga a 45,50 metros de la cabecera del mismo, y tiene por valor 1,7638 V (0,77 %).

2.1.10.9.4. C2 Fuerza maquinas cocinas tramo principal

Datos de partida:

- Todos los tramos del circuito suman una longitud de 33,25 m.
- El cable empleado y su instalación siguen la referencia PVC 750V Cu Empotrado bajo tubo flexible PVC.

- Los conductores están distribuidos en F+N+P con 1 conductor por fase.
- La tensión entre hilos activos es de 230 V.

Potencias:

- Todos los receptores alimentados por el circuito suman una potencia instalada de 23.920 W.
- Aplicamos factor de simultaneidad, obteniendo una potencia final de cálculo de 23.920 W.

Intensidades:

- En función de la potencia de cálculo, y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo, o máxima prevista, que asciende a 104,00 A:
 $23.920 / (230 \times 1,00) = 104,00 \text{ A}$
- Según la tabla 52-C1, col.A Cu y los factores correctores (1,00) que la norma UNE 20.460 especifica para este tipo de configuración de cable y montaje, la intensidad máxima admisible del circuito para la sección adoptada según el apartado siguiente, se calcula en 131,00 A:
 $131,00 \times 1,00 = 131,00 \text{ A}$
- En función de la potencia de cortocircuito de la red y la impedancia de los conductores hasta este punto de la instalación, obtenemos una intensidad de cortocircuito de 21,17 kA.

Secciones:

- Obtenemos una sección por caída de tensión de 5,72 mm² y por calentamiento de 70,00 mm².
- Adoptamos la sección de 70,00 mm² y designamos el circuito con:
 $(2 \times 70) + TT \times 35 \text{ mm}^2 \text{ Cu bajo tubo} = 63 \text{ mm}$

Caídas de tensión:

- La caída de tensión acumulada más desfavorable del circuito se produce en una toma de corriente a 22,43 metros de la cabecera del mismo, y tiene por valor 1,0408 V (0,45 %).

2.1.10.9.5. C3 Alumbrado lavabos y zona cocina tramo principal

Datos de partida:

- Todos los tramos del circuito suman una longitud de 103,32 m.
- Tipos de cable y métodos de instalación empleados en el circuito:
- PVC 750V Cu Empotrado bajo tubo flexible PVC

- PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial
- Los conductores están distribuidos en F+N con 1 conductor por fase.
- La tensión entre hilos activos es de 230 V.

Potencias:

- Todos los receptores alimentados por el circuito suman una potencia instalada de 3.950 W.
- Entre ellos se encuentran lámparas o tubos de descarga, por lo que aplicamos el factor 1,8 sobre la carga mínima prevista en voltiamperios para estos receptores.
- Aplicamos factor de simultaneidad, obteniendo una potencia final de cálculo de 4.240 W.

Intensidades:

- En función de la potencia de cálculo, y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo, o máxima prevista, que asciende a 18,80 A:
$$4.240/(230 \times 0,98) = 18,80 \text{ A}$$
- Según la tabla 52-C1, col.A Cu y los factores correctores (1,00) que la norma UNE 20.460 especifica para este tipo de configuración de cable y montaje, la intensidad máxima admisible del circuito para la sección adoptada según el apartado siguiente, se calcula en 22,00 A:
$$22,00 \times 1,00 = 22,00 \text{ A}$$
- En función de la potencia de cortocircuito de la red y la impedancia de los conductores hasta este punto de la instalación, obtenemos una intensidad de cortocircuito de 5,25 kA.

Secciones:

- Obtenemos una sección por caída de tensión de 1,03 mm² y por calentamiento de 4,00 mm².
- Adoptamos la sección de 4,00 mm² y designamos el circuito con:
 $(2 \times 4) \text{ mm}^2 \text{ Cu bajo tubo} = 16 \text{ mm}$

Caídas de tensión:

- La caída de tensión acumulada más desfavorable del circuito se produce en un alumbrado incandescente a 22,59 metros de la cabecera del mismo, y tiene por valor 1,8987 V (0,83 %).

2.1.10.9.6. C4 Enchufes2 PB tramo 1-2

Datos de partida:

ANEXOS

- Todos los tramos del circuito suman una longitud de 54,37 m.
- El cable empleado y su instalación siguen la referencia PVC 750V Cu Empotrado bajo tubo flexible PVC.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con 1 conductor por fase.
- La tensión entre hilos activos es de 230 V.

Potencias:

- Todos los receptores alimentados por el circuito suman una potencia instalada de 3.450 W.
- Aplicamos factor de simultaneidad, obteniendo una potencia final de cálculo de 3.450 W.

Intensidades:

- En función de la potencia de cálculo, y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo, o máxima prevista, que asciende a 15,00 A:
 $3.450/(230 \times 1,00) = 15,00 \text{ A}$
- Según la tabla 52-C1, col.A Cu y los factores correctores (1,00) que la norma UNE 20.460 especifica para este tipo de configuración de cable y montaje, la intensidad máxima admisible del circuito para la sección adoptada según el apartado siguiente, se calcula en 17,00 A:
 $17,00 \times 1,00 = 17,00 \text{ A}$
- En función de la potencia de cortocircuito de la red y la impedancia de los conductores hasta este punto de la instalación, obtenemos una intensidad de cortocircuito de 0,89 kA.

Secciones:

- Obtenemos una sección por caída de tensión de 0,76 mm² y por calentamiento de 2,50 mm².
- Adoptamos la sección de 2,50 mm² y designamos el circuito con:
 $(2 \times 2,5) + TT \times 2,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu bajo tubo} = 20 \text{ mm}$

Caídas de tensión:

- La caída de tensión acumulada más desfavorable del circuito se produce en una toma de corriente a 53,95 metros de la cabecera del mismo, y tiene por valor 9,0610 V (3,94 %).

2.1.10.9.7. C5 Enchufes cocinas tramo 1-2

Datos de partida:

ANEXOS

- Todos los tramos del circuito suman una longitud de 40,21 m.
- El cable empleado y su instalación siguen la referencia PVC 750V Cu en zócalos acanalados.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con 1 conductor por fase.
- La tensión entre hilos activos es de 230 V.

Potencias:

- Todos los receptores alimentados por el circuito suman una potencia instalada de 4.600 W.
- Aplicamos factor de simultaneidad, obteniendo una potencia final de cálculo de 4.600 W.

Intensidades:

- En función de la potencia de cálculo, y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo, o máxima prevista, que asciende a 20,00 A:
$$4.600/(230 \times 1,00) = 20,00 \text{ A}$$
- Según la tabla 52-C1, col.B Cu y los factores correctores (1,00) que la norma UNE 20.460 especifica para este tipo de configuración de cable y montaje, la intensidad máxima admisible del circuito para la sección adoptada según el apartado siguiente, se calcula en 49,00 A:
$$20,00 \times 1,00 = 20,00 \text{ A}$$
- En función de la potencia de cortocircuito de la red y la impedancia de los conductores hasta este punto de la instalación, obtenemos una intensidad de cortocircuito de 4,07 kA.

Secciones:

- Obtenemos una sección por caída de tensión de 1,86 mm² y por calentamiento de 2,50 mm².
- Adoptamos la sección de 10,00 mm² y designamos el circuito con:
 $(2 \times 10) + TT \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Caídas de tensión:

- La caída de tensión acumulada más desfavorable del circuito se produce en una toma de corriente a 39,42 metros de la cabecera del mismo, y tiene por valor 2,9627 V (1,29 %).

2.1.10.9.8. C6 Enchufes PB tramo 1-2

Datos de partida:

ANEXOS

- Todos los tramos del circuito suman una longitud de 19,74 m.
- El cable empleado y su instalación siguen la referencia PVC 750V Cu Empotrado bajo tubo flexible PVC.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con 1 conductor por fase.
- La tensión entre hilos activos es de 230 V.

Potencias:

- Aplicamos factor de simultaneidad, obteniendo una potencia final de cálculo de 2.300 W.

Intensidades:

- En función de la potencia de cálculo, y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo, o máxima prevista, que asciende a 10,00 A:
$$2.300/(230 \times 1,00) = 10,00 \text{ A}$$
- Según la tabla 52-C1, col.A Cu y los factores correctores (1,00) que la norma UNE 20.460 especifica para este tipo de configuración de cable y montaje, la intensidad máxima admisible del circuito para la sección adoptada según el apartado siguiente, se calcula en 17,00 A:
$$17,00 \times 1,00 = 17,00 \text{ A}$$
- En función de la potencia de cortocircuito de la red y la impedancia de los conductores hasta este punto de la instalación, obtenemos una intensidad de cortocircuito de 21,10 kA.

Secciones:

- Obtenemos una sección por caída de tensión de 0,00 mm² y por calentamiento de 1,50 mm².
- Adoptamos la sección de 2,50 mm² y designamos el circuito con:
(2×2,5)+TT×2,5mm²Cu bajo tubo=20mm

Caídas de tensión:

- La caída de tensión acumulada más desfavorable del circuito se produce en una toma de corriente a 14,04 metros de la cabecera del mismo, y tiene por valor 2,3462 V (1,02 %).

2.1.10.9.9. C7 Fuerza seca manos tramo principal

Datos de partida:

- Todos los tramos del circuito suman una longitud de 41,53 m.
- Tipos de cable y métodos de instalación empleados en el circuito:

ANEXOS

- PVC 750V Cu Empotrado bajo tubo flexible PVC
- PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con 1 conductor por fase.
- La tensión entre hilos activos es de 230 V.

Potencias:

- Todos los receptores alimentados por el circuito suman una potencia instalada de 12.880 W.
- Aplicamos factor de simultaneidad, obteniendo una potencia final de cálculo de 12.880 W.

Intensidades:

- En función de la potencia de cálculo, y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo, o máxima prevista, que asciende a 56,00 A:
 $12.880/(230 \times 1,00) = 56,00 \text{ A}$
- Según la tabla 52-C1, col.A Cu y los factores correctores (1,00) que la norma UNE 20.460 especifica para este tipo de configuración de cable y montaje, la intensidad máxima admisible del circuito para la sección adoptada según el apartado siguiente, se calcula en 69,00 A:
 $69,00 \times 1,00 = 69,00 \text{ A}$
- En función de la potencia de cortocircuito de la red y la impedancia de los conductores hasta este punto de la instalación, obtenemos una intensidad de cortocircuito de 24,65 kA.

Secciones:

- Obtenemos una sección por caída de tensión de 3,21 mm² y por calentamiento de 25,00 mm².
- Adoptamos la sección de 25,00 mm² y designamos el circuito con:
 $(2 \times 25) + TT \times 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu bajo tubo} = 40 \text{ mm}$

Caídas de tensión:

- La caída de tensión acumulada más desfavorable del circuito se produce en una toma de corriente a 27,63 metros de la cabecera del mismo, y tiene por valor 1,3129 V (0,57 %).

2.1.10.9.10. C8 Alumbrado comedor P1 tramo principal

Datos de partida:

- Todos los tramos del circuito suman una longitud de 97,39 m.

ANEXOS

- Tipos de cable y métodos de instalación empleados en el circuito:
- PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial
- PVC 750V Cu Empotrado bajo tubo flexible PVC
- Los conductores están distribuidos en F+N con 1 conductor por fase.
- La tensión entre hilos activos es de 230 V.

Potencias:

- Todos los receptores alimentados por el circuito suman una potencia instalada de 2.714 W.
- Entre ellos se encuentran lámparas o tubos de descarga, por lo que aplicamos el factor 1,8 sobre la carga mínima prevista en voltiamperios para estos receptores.
- Aplicamos factor de simultaneidad, obteniendo una potencia final de cálculo de 3.508 W.

Intensidades:

- En función de la potencia de cálculo, y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo, o máxima prevista, que asciende a 16,25 A:
 $3.508/(230 \times 0,94) = 16,25 \text{ A}$
- Según la tabla 52-C1, col.B Cu y los factores correctores (1,00) que la norma UNE 20.460 especifica para este tipo de configuración de cable y montaje, la intensidad máxima admisible del circuito para la sección adoptada según el apartado siguiente, se calcula en 21,00 A:
 $21,00 \times 1,00 = 21,00 \text{ A}$
- En función de la potencia de cortocircuito de la red y la impedancia de los conductores hasta este punto de la instalación, obtenemos una intensidad de cortocircuito de 1,01 kA.

Secciones:

- Obtenemos una sección por caída de tensión de 1,93 mm² y por calentamiento de 2,50 mm².
- Adoptamos la sección de 2,50 mm² y designamos el circuito con:
 $(2 \times 2,5) \text{ mm}^2 \text{ Cu bajo tubo} = 12 \text{ mm}$

Caídas de tensión:

- La caída de tensión acumulada más desfavorable del circuito se produce en un alumbrado con tubo de descarga a 47,21 metros de la cabecera del mismo, y tiene por valor 5,4817 V (2,38 %).

2.1.10.9.11. C9 Horno rational self cooking tramo principal

Datos de partida:

- Todos los tramos del circuito suman una longitud de 16,55 m.
- El cable empleado y su instalación siguen la referencia PVC 750V Cu en zocalos acanalados.
- Los conductores están distribuidos en 3F+P con 1 conductor por fase.
- La tensión entre hilos activos es de 400 V.

Potencias:

- Todos los receptores alimentados por el circuito suman una potencia instalada de 12.941 W.
- Alimenta receptores de tipo motor, por lo que aumentamos la carga mínima prevista en un 25% sobre la potencia del mayor motor.
- Aplicamos factor de simultaneidad, obteniendo una potencia final de cálculo de 16.176 W.

Intensidades:

- En función de la potencia de cálculo, y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo, o máxima prevista, que asciende a 25,94 A:
$$16.176/(\sqrt{3} \times 400 \times 0,90) = 25,94 \text{ A}$$
- Según la tabla 52-C3, col.B Cu y los factores correctores (1,00) que la norma UNE 20.460 especifica para este tipo de configuración de cable y montaje, la intensidad máxima admisible del circuito para la sección adoptada según el apartado siguiente, se calcula en 43,00 A:
$$25,94 \times 1,66 = 43,00 \text{ A}$$
- En función de la potencia de cortocircuito de la red y la impedancia de los conductores hasta este punto de la instalación, obtenemos una intensidad de cortocircuito de 5,53 kA.

Secciones:

- Obtenemos una sección por caída de tensión de 0,51 mm² y por calentamiento de 6,00 mm².
- Adoptamos la sección de 10,00 mm² y designamos el circuito con:
$$(3 \times 10) + TT \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$$

Caídas de tensión:

- La caída de tensión acumulada más desfavorable del circuito se produce en un motor a 16,55 metros de la cabecera del mismo, y tiene por valor 1,7867 V (0,45 %).

2.1.10.9.12. C10 Alumbrado lavabo y vestuarios P1 tramo principal

Datos de partida:

- Todos los tramos del circuito suman una longitud de 100,06 m.
- Tipos de cable y métodos de instalación empleados en el circuito:
- PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial
- PVC 750V Cu Empotrado bajo tubo flexible PVC
- Los conductores están distribuidos en F+N con 1 conductor por fase.
- La tensión entre hilos activos es de 230 V.

Potencias:

- Todos los receptores alimentados por el circuito suman una potencia instalada de 3.668 W.
- Entre ellos se encuentran lámparas o tubos de descarga, por lo que aplicamos el factor 1,8 sobre la carga mínima prevista en voltiamperios para estos receptores.
- Aplicamos factor de simultaneidad, obteniendo una potencia final de cálculo de 4.070 W.

Intensidades:

- En función de la potencia de cálculo, y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo, o máxima prevista, que asciende a 18,20 A:
 $4.070 / (230 \times 0,97) = 18,20 \text{ A}$
- Según la tabla 52-C1, col.B Cu y los factores correctores (1,00) que la norma UNE 20.460 especifica para este tipo de configuración de cable y montaje, la intensidad máxima admisible del circuito para la sección adoptada según el apartado siguiente, se calcula en 21,00 A:
 $21,00 \times 1,00 = 21,00 \text{ A}$
- En función de la potencia de cortocircuito de la red y la impedancia de los conductores hasta este punto de la instalación, obtenemos una intensidad de cortocircuito de 0,68 kA.

Secciones:

- Obtenemos una sección por caída de tensión de 2,48 mm² y por calentamiento de 2,50 mm².
- Adoptamos la sección de 2,50 mm² y designamos el circuito con:
 $(2 \times 2,5) \text{ mm}^2 \text{ Cu bajo tubo} = 12 \text{ mm}$

Caídas de tensión:

- La caída de tensión acumulada más desfavorable del circuito se produce en un alumbrado incandescente a 49,38 metros de la cabecera del mismo, y tiene por valor 7,6541 V (3,33 %).

2.1.10.9.13. C11 Enchufes P1 tramo principal

Datos de partida:

- Todos los tramos del circuito suman una longitud de 56,69 m.
- Tipos de cable y métodos de instalación empleados en el circuito:
- PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial
- PVC 750V Cu Empotrado bajo tubo flexible PVC
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con 1 conductor por fase.
- La tensión entre hilos activos es de 230 V.

Potencias:

- Todos los receptores alimentados por el circuito suman una potencia instalada de 3.450 W.
- Aplicamos factor de simultaneidad, obteniendo una potencia final de cálculo de 3.450 W.

Intensidades:

- En función de la potencia de cálculo, y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo, o máxima prevista, que asciende a 15,00 A:
$$3.450/(230 \times 1,00) = 15,00 \text{ A}$$
- Según la tabla 52-C1, col.B Cu y los factores correctores (1,00) que la norma UNE 20.460 especifica para este tipo de configuración de cable y montaje, la intensidad máxima admisible del circuito para la sección adoptada según el apartado siguiente, se calcula en 21,00 A:
$$15,00 \times 1,00 = 15,00 \text{ A}$$
- En función de la potencia de cortocircuito de la red y la impedancia de los conductores hasta este punto de la instalación, obtenemos una intensidad de cortocircuito de 1,06 kA.

Secciones:

- Obtenemos una sección por caída de tensión de 1,08 mm² y por calentamiento de 2,50 mm².
- Adoptamos la sección de 2,50 mm² y designamos el circuito con:
$$(2 \times 2,5) + TT \times 2,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu bajo tubo} = 16 \text{ mm}$$

Caídas de tensión:

- La caída de tensión acumulada más desfavorable del circuito se produce en una toma de corriente a 54,99 metros de la cabecera del mismo, y tiene por valor 9,5320 V (4,14 %).

2.1.10.9.14. C12 Enchufes2 P1 tramo principal

Datos de partida:

- Todos los tramos del circuito suman una longitud de 41,42 m.
- Tipos de cable y métodos de instalación empleados en el circuito:
- PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial
- PVC 750V Cu Empotrado bajo tubo flexible PVC
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con 1 conductor por fase.
- La tensión entre hilos activos es de 230 V.

Potencias:

- Todos los receptores alimentados por el circuito suman una potencia instalada de 2.300 W.
- Aplicamos factor de simultaneidad, obteniendo una potencia final de cálculo de 2.300 W.

Intensidades:

- En función de la potencia de cálculo, y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo, o máxima prevista, que asciende a 10,00 A:
$$2.300/(230 \times 1,00) = 10,00 \text{ A}$$
- Según la tabla 52-C1, col.B Cu y los factores correctores (1,00) que la norma UNE 20.460 especifica para este tipo de configuración de cable y montaje, la intensidad máxima admisible del circuito para la sección adoptada según el apartado siguiente, se calcula en 21,00 A:
$$21,00 \times 1,00 = 21,00 \text{ A}$$
- En función de la potencia de cortocircuito de la red y la impedancia de los conductores hasta este punto de la instalación, obtenemos una intensidad de cortocircuito de 0,99 kA.

Secciones:

- Obtenemos una sección por caída de tensión de 0,64 mm² y por calentamiento de 1,50 mm².
- Adoptamos la sección de 2,50 mm² y designamos el circuito con:
$$(2 \times 2,5) + TT \times 2,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu bajo tubo} = 16 \text{ mm}$$

Caídas de tensión:

- La caída de tensión acumulada más desfavorable del circuito se produce en una toma de corriente a 40,97 metros de la cabecera del mismo, y tiene por valor 7,8379 V (3,41 %).

2.1.10.9.15. C13 lavavajillas y lavadora tramo principal

Datos de partida:

- Todos los tramos del circuito suman una longitud de 11,96 m.
- El cable empleado y su instalación siguen la referencia PVC 750V Cu en zócalos acanalados.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con 1 conductor por fase.
- La tensión entre hilos activos es de 230 V.

Potencias:

- Todos los receptores alimentados por el circuito suman una potencia instalada de 14.471 W.
- Alimenta receptores de tipo motor, por lo que aumentamos la carga mínima prevista en un 25% sobre la potencia del mayor motor.
- Aplicamos factor de simultaneidad, obteniendo una potencia final de cálculo de 15.794 W.

Intensidades:

- En función de la potencia de cálculo, y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo, o máxima prevista, que asciende a 76,30 A:
$$15.794 / (230 \times 0,90) = 76,30 \text{ A}$$
- Según la tabla 52-C1, col.B Cu y los factores correctores (1,00) que la norma UNE 20.460 especifica para este tipo de configuración de cable y montaje, la intensidad máxima admisible del circuito para la sección adoptada según el apartado siguiente, se calcula en 88,00 A:
$$88,00 \times 1,00 = 88,00 \text{ A}$$
- En función de la potencia de cortocircuito de la red y la impedancia de los conductores hasta este punto de la instalación, obtenemos una intensidad de cortocircuito de 17,05 kA.

Secciones:

- Obtenemos una sección por caída de tensión de 1,21 mm² y por calentamiento de 25,00 mm².
- Adoptamos la sección de 25,00 mm² y designamos el circuito con:

$$(2 \times 25) + TT \times 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$$

Caídas de tensión:

- La caída de tensión acumulada más desfavorable del circuito se produce en un motor a 8,19 metros de la cabecera del mismo, y tiene por valor 0,8555 V (0,37 %).

2.1.10.9.16. C14 Campanas extractoras cocinas tramo principal

Datos de partida:

- Todos los tramos del circuito suman una longitud de 29,14 m.
- El cable empleado y su instalación siguen la referencia PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con 1 conductor por fase.
- La tensión entre hilos activos es de 230 V.

Potencias:

- Todos los receptores alimentados por el circuito suman una potencia instalada de 0 W (desconectadas, debido a que se usa el extractor de cubierta para las cocinas).
- Alimenta receptores de tipo motor, por lo que aumentamos la carga mínima prevista en un 25% sobre la potencia del mayor motor.
- Aplicamos factor de simultaneidad, obteniendo una potencia final de cálculo de 3.056 W.

Intensidades:

- En función de la potencia de cálculo, y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo, o máxima prevista, que asciende a 13,29 A:
$$3.056 / (230 \times 1,00) = 13,29 \text{ A}$$
- Según la tabla 52-C1, col.B Cu y los factores correctores (1,00) que la norma UNE 20.460 especifica para este tipo de configuración de cable y montaje, la intensidad máxima admisible del circuito para la sección adoptada según el apartado siguiente, se calcula en 21,00 A:
$$21,00 \times 1,00 = 21,00 \text{ A}$$
- En función de la potencia de cortocircuito de la red y la impedancia de los conductores hasta este punto de la instalación, obtenemos una intensidad de cortocircuito de 3,36 kA.

Secciones:

- Obtenemos una sección por caída de tensión de 0,13 mm² y por calentamiento de 1,50 mm².

- Adoptamos la sección de 2,50 mm² y designamos el circuito con:
(2×2,5)+TT×2,5mm²Cu bajo tubo=16mm

Caídas de tensión:

- La caída de tensión acumulada más desfavorable del circuito se produce en un motor a 19,83 metros de la cabecera del mismo, y tiene por valor 4,1044 V (1,78 %).

2.1.10.9.17. C15 Cámaras y elevador tramo principal

Datos de partida:

- Todos los tramos del circuito suman una longitud de 21,98 m.
- Tipos de cable y métodos de instalación empleados en el circuito:
- PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial
- PVC 750V Cu Empotrado bajo tubo flexible PVC
- Los conductores están distribuidos en 3F+P con 1 conductor por fase.
- La tensión entre hilos activos es de 400 V.

Potencias:

- Todos los receptores alimentados por el circuito suman una potencia instalada de 7.353 W.
- Alimenta receptores de tipo motor, por lo que aumentamos la carga mínima prevista en un 25% sobre la potencia del mayor motor.
- Aplicamos factor de simultaneidad, obteniendo una potencia final de cálculo de 7.721 W.

Intensidades:

- En función de la potencia de cálculo, y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo, o máxima prevista, que asciende a 12,38 A:
 $7.721/(\sqrt{3} \times 400 \times 0,90) = 12,38 \text{ A}$
- Según la tabla 52-C3, col.B Cu y los factores correctores (1,00) que la norma UNE 20.460 especifica para este tipo de configuración de cable y montaje, la intensidad máxima admisible del circuito para la sección adoptada según el apartado siguiente, se calcula en 18,50 A:
 $18,50 \times 1,00 = 18,50 \text{ A}$
- En función de la potencia de cortocircuito de la red y la impedancia de los conductores hasta este punto de la instalación, obtenemos una intensidad de cortocircuito de 7,62 kA.

Secciones:

- Obtenemos una sección por caída de tensión de 0,13 mm² y por calentamiento de 1,50 mm².
- Adoptamos la sección de 2,50 mm² y designamos el circuito con:
(3×2,5)+TT×2,5mm²Cu bajo tubo=16mm

Caídas de tensión:

- La caída de tensión acumulada más desfavorable del circuito se produce en un motor a 11,81 metros de la cabecera del mismo, y tiene por valor 1,5495 V (0,39 %).

2.1.10.9.18. C16 Armarios fríos tramo principal

Datos de partida:

- Todos los tramos del circuito suman una longitud de 192,25 m.
- Tipos de cable y métodos de instalación empleados en el circuito:
- PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial
- PVC 750V Cu en zocalos acanalados
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con 1 conductor por fase.
- La tensión entre hilos activos es de 230 V.

Potencias:

- Todos los receptores alimentados por el circuito suman una potencia instalada de 5.109 W.
- Alimenta receptores de tipo motor, por lo que aumentamos la carga mínima prevista en un 25% sobre la potencia del mayor motor.
- Aplicamos factor de simultaneidad, obteniendo una potencia final de cálculo de 5.350 W.

Intensidades:

- En función de la potencia de cálculo, y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo, o máxima prevista, que asciende a 25,85 A:
 $5.350 / (230 \times 0,90) = 25,85 \text{ A}$
- Según la tabla 52-C1, col.B Cu y los factores correctores (1,00) que la norma UNE 20.460 especifica para este tipo de configuración de cable y montaje, la intensidad máxima admisible del circuito para la sección adoptada según el apartado siguiente, se calcula en 36,00 A:
 $36,00 \times 1,00 = 36,00 \text{ A}$

- En función de la potencia de cortocircuito de la red y la impedancia de los conductores hasta este punto de la instalación, obtenemos una intensidad de cortocircuito de 2,41 kA.

Secciones:

- Obtenemos una sección por caída de tensión de 3,67 mm² y por calentamiento de 4,00 mm².
- Adoptamos la sección de 6,00 mm² y designamos el circuito con:
(2×6)+TT×6mm²Cu bajo tubo=20mm

Caídas de tensión:

- La caída de tensión acumulada más desfavorable del circuito se produce en un motor a 85,75 metros de la cabecera del mismo, y tiene por valor 6,1994 V (2,70 %).

2.1.10.9.19. C17 Fan-coils

Datos de partida C17 Fancoils tramo 1-8, P1:

- Todos los tramos del circuito suman una longitud de 77,14 m.
- El cable empleado y su instalación siguen la referencia PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con 1 conductor por fase.
- La tensión entre hilos activos es de 230 V.

Potencias:

- Todos los receptores alimentados por el circuito suman una potencia instalada de 2.835 W.
- Alimenta receptores de tipo motor, por lo que aumentamos la carga mínima prevista en un 25% sobre la potencia del mayor motor.
- Aplicamos factor de simultaneidad, obteniendo una potencia final de cálculo de 3.306 W.

Intensidades:

- En función de la potencia de cálculo, y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo, o máxima prevista, que asciende a 15,97 A:
 $3.306/(230 \times 0,90) = 15,97 \text{ A}$
- Según la tabla 52-C1, col.B Cu y los factores correctores (1,00) que la norma UNE 20.460 especifica para este tipo de configuración de cable y montaje, la intensidad

máxima admisible del circuito para la sección adoptada según el apartado siguiente, se calcula en 36,00 A:

$$36,00 \times 1,00 = 36,00 \text{ A}$$

- En función de la potencia de cortocircuito de la red y la impedancia de los conductores hasta este punto de la instalación, obtenemos una intensidad de cortocircuito de 0,66 kA.

Secciones:

- Obtenemos una sección por caída de tensión de 2,43 mm² y por calentamiento de 2,50 mm².
- Adoptamos la sección de 6,00 mm² y designamos el circuito con:
(2×6)+TT×6mm²Cu bajo tubo=20mm

Caídas de tensión:

- La caída de tensión acumulada más desfavorable del circuito se produce en un motor a 62,46 metros de la cabecera del mismo, y tiene por valor 5,3691 V (2,33 %).

Datos de partida Fancoils tramo1-2, PB:

- Todos los tramos del circuito suman una longitud de 42,49 m.
- El cable empleado y su instalación siguen la referencia PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con 1 conductor por fase.
- La tensión entre hilos activos es de 230 V.

Potencias:

- Todos los receptores alimentados por el circuito suman una potencia instalada de 2.365 W.
- Alimenta receptores de tipo motor, por lo que aumentamos la carga mínima prevista en un 25% sobre la potencia del mayor motor.
- Aplicamos factor de simultaneidad, obteniendo una potencia final de cálculo de 2.603 W.

Intensidades:

- En función de la potencia de cálculo, y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo, o máxima prevista, que asciende a 12,57 A:
$$2.603 / (230 \times 0,90) = 12,57 \text{ A}$$
- Según la tabla 52-C1, col.B Cu y los factores correctores (1,00) que la norma UNE 20.460 específica para este tipo de configuración de cable y montaje, la intensidad

máxima admisible del circuito para la sección adoptada según el apartado siguiente, se calcula en 36,00 A:

$$36,00 \times 1,00 = 36,00 \text{ A}$$

- En función de la potencia de cortocircuito de la red y la impedancia de los conductores hasta este punto de la instalación, obtenemos una intensidad de cortocircuito de 22,49 kA.

Secciones:

- Obtenemos una sección por caída de tensión de 0,57 mm² y por calentamiento de 1,50 mm².
- Adoptamos la sección de 6,00 mm² y designamos el circuito con:
(2×6)+TT×6mm²Cu bajo tubo=20mm

Caídas de tensión:

- La caída de tensión acumulada más desfavorable del circuito se produce en un motor a 31,11 metros de la cabecera del mismo, y tiene por valor 0,5323 V (0,23 %).

2.1.10.9.20. C18 Climatizadora exterior tramo principal

Datos de partida:

- Todos los tramos del circuito suman una longitud de 39,43 m.
- Tipos de cable y métodos de instalación empleados en el circuito:
- PVC 750V Cu en huecos de la construcción
- PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial
- Los conductores están distribuidos en 3F+P con 1 conductor por fase.
- La tensión entre hilos activos es de 400 V.

Potencias:

- Todos los receptores alimentados por el circuito suman una potencia instalada de 48.118 W.
- Alimenta receptores de tipo motor, por lo que aumentamos la carga mínima prevista en un 25% sobre la potencia del mayor motor.
- Aplicamos factor de simultaneidad, obteniendo una potencia final de cálculo de 60.147 W.

Intensidades:

- En función de la potencia de cálculo, y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo, o máxima prevista, que asciende a 96,46 A:

$$60.147/(\sqrt{3} \times 400 \times 0,90) = 96,46 \text{ A}$$

- Según la tabla 52-C13, col.5 Cu y los factores correctores (1,00) que la norma UNE 20.460 específica para este tipo de configuración de cable y montaje, la intensidad máxima admisible del circuito para la sección adoptada según el apartado siguiente, se calcula en 103,00 A:
 $103,00 \times 1,00 = 103,00 \text{ A}$
- En función de la potencia de cortocircuito de la red y la impedancia de los conductores hasta este punto de la instalación, obtenemos una intensidad de cortocircuito de 17,57 kA.

Secciones:

- Obtenemos una sección por caída de tensión de 4,54 mm² y por calentamiento de 50,00 mm².
- Adoptamos la sección de 50,00 mm² y designamos el circuito con:
 $(3 \times 50) + TT \times 25 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Caídas de tensión:

- La caída de tensión acumulada más desfavorable del circuito se produce en un motor a 39,43 metros de la cabecera del mismo, y tiene por valor 2,7088 V (0,68 %).

2.1.10.9.21. C19 Ventilador extracción P1 tramo principal

Datos de partida:

- Todos los tramos del circuito suman una longitud de 27,33 m.
- Tipos de cable y métodos de instalación empleados en el circuito:
 - PVC 750V Cu en huecos de la construcción
 - PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial
- Los conductores están distribuidos en 3F+P con 1 conductor por fase.
- La tensión entre hilos activos es de 400 V.

Potencias:

- Todos los receptores alimentados por el circuito suman una potencia instalada de 2.353 W.
- Alimenta receptores de tipo motor, por lo que aumentamos la carga mínima prevista en un 25% sobre la potencia del mayor motor.
- Aplicamos factor de simultaneidad, obteniendo una potencia final de cálculo de 2.941 W.

Intensidades:

- En función de la potencia de cálculo, y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo, o máxima prevista, que asciende a 4,72 A:
$$2.941/(\sqrt{3} \times 400 \times 0,90) = 4,72 \text{ A}$$
- Según la tabla 52-C13, col.5 Cu y los factores correctores (1,00) que la norma UNE 20.460 especifica para este tipo de configuración de cable y montaje, la intensidad máxima admisible del circuito para la sección adoptada según el apartado siguiente, se calcula en 17,50 A:
$$17,50 \times 1,00 = 17,50 \text{ A}$$
- En función de la potencia de cortocircuito de la red y la impedancia de los conductores hasta este punto de la instalación, obtenemos una intensidad de cortocircuito de 1,95 kA.

Secciones:

- Obtenemos una sección por caída de tensión de 0,15 mm² y por calentamiento de 1,50 mm².
- Adoptamos la sección de 2,50 mm² y designamos el circuito con:
 $(3 \times 2,5) + TT \times 2,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Caídas de tensión:

- La caída de tensión acumulada más desfavorable del circuito se produce en un motor a 27,33 metros de la cabecera del mismo, y tiene por valor 2,0267 V (0,51 %).

2.1.10.9.22. C20 Alumbrado emergencia tramo principal

Datos de partida:

- Todos los tramos del circuito suman una longitud de 168,44 m.
- Tipos de cable y métodos de instalación empleados en el circuito:
 - PVC 750V Cu bajo molduras
 - PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial
- Los conductores están distribuidos en F+N con 1 conductor por fase.
- La tensión entre hilos activos es de 230 V.

Potencias:

- Todos los receptores alimentados por el circuito suman una potencia instalada de 688 W.
- Entre ellos se encuentran lámparas o tubos de descarga, por lo que aplicamos el factor 1,8 sobre la carga mínima prevista en voltiamperios para estos receptores.

- Aplicamos factor de simultaneidad, obteniendo una potencia final de cálculo de 1.115 W.

Intensidades:

- En función de la potencia de cálculo, y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo, o máxima prevista, que asciende a 5,38 A:
 $1.115/(230 \times 0,90) = 5,38 \text{ A}$
- Según la tabla 52-C1, col.A Cu y los factores correctores (1,00) que la norma UNE 20.460 especifica para este tipo de configuración de cable y montaje, la intensidad máxima admisible del circuito para la sección adoptada según el apartado siguiente, se calcula en 12,50 A:
 $12,50 \times 1,00 = 12,50 \text{ A}$
- En función de la potencia de cortocircuito de la red y la impedancia de los conductores hasta este punto de la instalación, obtenemos una intensidad de cortocircuito de 14,93 kA.

Secciones:

- Obtenemos una sección por caída de tensión de 0,44 mm² y por calentamiento de 1,50 mm².
- Adoptamos la sección de 1,50 mm² y designamos el circuito con:
 $(2 \times 1,5) \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Caídas de tensión:

- La caída de tensión acumulada más desfavorable del circuito se produce en un alumbrado de emergencia con tubo de descarga a 66,87 metros de la cabecera del mismo, y tiene por valor 1,7999 V (0,78 %).

2.1.10.9.23. C21 Ventiladores de cocina (aportación y extracción), tramo principal

Datos de partida:

- Todos los tramos del circuito suman una longitud de 28,34 m.
- El cable empleado y su instalación siguen la referencia PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial.
- Los conductores están distribuidos en 3F+P con 1 conductor por fase.
- La tensión entre hilos activos es de 400 V.

Potencias:

- Todos los receptores alimentados por el circuito suman una potencia instalada de 5.588 W.
- Alimenta receptores de tipo motor, por lo que aumentamos la carga mínima prevista en un 25% sobre la potencia del mayor motor.
- Aplicamos factor de simultaneidad, obteniendo una potencia final de cálculo de 6.765 W.

Intensidades:

- En función de la potencia de cálculo, y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo, o máxima prevista, que asciende a 10,85 A:
$$6.765/(\sqrt{3} \times 400 \times 0,90) = 10,85 \text{ A}$$
- Según la tabla 52-C3, col.B Cu y los factores correctores (1,00) que la norma UNE 20.460 especifica para este tipo de configuración de cable y montaje, la intensidad máxima admisible del circuito para la sección adoptada según el apartado siguiente, se calcula en 18,50 A:
$$10,85 \times 1,00 = 10,85 \text{ A}$$
- En función de la potencia de cortocircuito de la red y la impedancia de los conductores hasta este punto de la instalación, obtenemos una intensidad de cortocircuito de 8,72 kA.

Secciones:

- Obtenemos una sección por caída de tensión de 0,25 mm² y por calentamiento de 1,50 mm².
- Adoptamos la sección de 2,50 mm² y designamos el circuito con:
$$(3 \times 2,5) + TT \times 2,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu bajo tubo} = 16 \text{ mm}$$

Caídas de tensión:

- La caída de tensión acumulada más desfavorable del circuito se produce en un motor a 20,44 metros de la cabecera del mismo, y tiene por valor 2,7767 V (0,69 %).

2.1.10.9.24. C22 Grupo de presión con calderín tramo principal

Datos de partida:

- Todos los tramos del circuito suman una longitud de 2,84 m.
- El cable empleado y su instalación siguen la referencia PVC 750V Cu Empotrado bajo tubo flexible PVC.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con 1 conductor por fase.
- La tensión entre hilos activos es de 230 V.

Potencias:

- Todos los receptores alimentados por el circuito suman una potencia instalada de 659 W.
- Alimenta receptores de tipo motor, por lo que aumentamos la carga mínima prevista en un 25% sobre la potencia del mayor motor.
- Aplicamos factor de simultaneidad, obteniendo una potencia final de cálculo de 824 W.

Intensidades:

- En función de la potencia de cálculo, y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo, o máxima prevista, que asciende a 3,98 A:
 $824/(230 \times 0,90) = 3,98 \text{ A}$
- Según la tabla 52-C1, col.A Cu y los factores correctores (1,00) que la norma UNE 20.460 especifica para este tipo de configuración de cable y montaje, la intensidad máxima admisible del circuito para la sección adoptada según el apartado siguiente, se calcula en 17,00 A:
 $17,00 \times 1,00 = 17,00 \text{ A}$
- En función de la potencia de cortocircuito de la red y la impedancia de los conductores hasta este punto de la instalación, obtenemos una intensidad de cortocircuito de 4,19 kA.

Secciones:

- Obtenemos una sección por caída de tensión de 0,03 mm² y por calentamiento de 1,50 mm².
- Adoptamos la sección de 2,50 mm² y designamos el circuito con:
 $(2 \times 2,5) + TT \times 2,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu bajo tubo} = 20 \text{ mm}$

Caídas de tensión:

- La caída de tensión acumulada más desfavorable del circuito se produce en un motor a 2,84 metros de la cabecera del mismo, y tiene por valor 0,4854 V (0,21 %).

2.1.10.9.25. C23 Termo acumulador eléctrico y cable calefactor P1, tramo principal

Datos de partida:

- Todos los tramos del circuito suman una longitud de 7,82 m.
- Tipos de cable y métodos de instalación empleados en el circuito:
 - PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial
 - PVC 750V Cu Empotrado bajo tubo flexible PVC

ANEXOS

- Los conductores están distribuidos en F+N+P con 1 conductor por fase.
- La tensión entre hilos activos es de 230 V.

Potencias:

- Todos los receptores alimentados por el circuito suman una potencia instalada de 2.990 W.
- Aplicamos factor de simultaneidad, obteniendo una potencia final de cálculo de 2.990 W.

Intensidades:

- En función de la potencia de cálculo, y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo, o máxima prevista, que asciende a 13,00 A:
$$2.990/(230 \times 1,00) = 13,00 \text{ A}$$
- Según la tabla 52-C1, col.B Cu y los factores correctores (1,00) que la norma UNE 20.460 especifica para este tipo de configuración de cable y montaje, la intensidad máxima admisible del circuito para la sección adoptada según el apartado siguiente, se calcula en 21,00 A:
$$21,00 \times 1,00 = 21,00 \text{ A}$$
- En función de la potencia de cortocircuito de la red y la impedancia de los conductores hasta este punto de la instalación, obtenemos una intensidad de cortocircuito de 1,78 kA.

Secciones:

- Obtenemos una sección por caída de tensión de 0,35 mm² y por calentamiento de 1,50 mm².
- Adoptamos la sección de 2,50 mm² y designamos el circuito con:
$$(2 \times 2,5) + TT \times 2,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu bajo tubo} = 16 \text{ mm}$$

Caídas de tensión:

- La caída de tensión acumulada más desfavorable del circuito se produce en una toma de corriente a 7,82 metros de la cabecera del mismo, y tiene por valor 1,7417 V (0,76 %).

2.1.10.9.26. C24 Ventiladores extracción PB tramo principal

Datos de partida:

- Todos los tramos del circuito suman una longitud de 33,50 m.
- El cable empleado y su instalación siguen la referencia PVC 750V Cu bajo tubo en montaje superficial.

ANEXOS

- Los conductores están distribuidos en 3F+P con 1 conductor por fase.
- La tensión entre hilos activos es de 400 V.

Potencias:

- Todos los receptores alimentados por el circuito suman una potencia instalada de 4.706 W.
- Alimenta receptores de tipo motor, por lo que aumentamos la carga mínima prevista en un 25% sobre la potencia del mayor motor.
- Aplicamos factor de simultaneidad, obteniendo una potencia final de cálculo de 5.294 W.

Intensidades:

- En función de la potencia de cálculo, y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo, o máxima prevista, que asciende a 8,49 A:
$$5.294/(\sqrt{3} \times 400 \times 0,90) = 8,49 \text{ A}$$
- Según la tabla 52-C3, col.B Cu y los factores correctores (1,00) que la norma UNE 20.460 especifica para este tipo de configuración de cable y montaje, la intensidad máxima admisible del circuito para la sección adoptada según el apartado siguiente, se calcula en 18,50 A:
$$18,50 \times 1,00 = 18,50 \text{ A}$$
- En función de la potencia de cortocircuito de la red y la impedancia de los conductores hasta este punto de la instalación, obtenemos una intensidad de cortocircuito de 1,91 kA.

Secciones:

- Obtenemos una sección por caída de tensión de 0,23 mm² y por calentamiento de 1,50 mm².
- Adoptamos la sección de 2,50 mm² y designamos el circuito con:
$$(3 \times 2,5) + TT \times 2,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu bajo tubo} = 16 \text{ mm}$$

Caídas de tensión:

- La caída de tensión acumulada más desfavorable del circuito se produce en un motor a 33,50 metros de la cabecera del mismo, y tiene por valor 2,8979 V (0,72 %).

2.1.10.9.27. C25 Ventiladores de lavabos, vestuarios y oficina

Datos de partida lavabos PB tramo principal:

- Todos los tramos del circuito suman una longitud de 8,43 m.

ANEXOS

- El cable empleado y su instalación siguen la referencia PVC 750V Cu Empotrado bajo tubo flexible PVC.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con 1 conductor por fase.
- La tensión entre hilos activos es de 230 V.

Potencias:

- Todos los receptores alimentados por el circuito suman una potencia instalada de 106 W.
- Alimenta receptores de tipo motor, por lo que aumentamos la carga mínima prevista en un 25% sobre la potencia del mayor motor.
- Aplicamos factor de simultaneidad, obteniendo una potencia final de cálculo de 116 W.

Intensidades:

- En función de la potencia de cálculo, y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo, o máxima prevista, que asciende a 0,56 A:
 $116/(230 \times 0,90) = 0,56 \text{ A}$
- Según la tabla 52-C1, col.A Cu y los factores correctores (1,00) que la norma UNE 20.460 especifica para este tipo de configuración de cable y montaje, la intensidad máxima admisible del circuito para la sección adoptada según el apartado siguiente, se calcula en 17,00 A:
 $17,00 \times 1,00 = 17,00 \text{ A}$
- En función de la potencia de cortocircuito de la red y la impedancia de los conductores hasta este punto de la instalación, obtenemos una intensidad de cortocircuito de 4,74 kA.

Secciones:

- Obtenemos una sección por caída de tensión de 0,01 mm² y por calentamiento de 1,50 mm².
- Adoptamos la sección de 2,50 mm² y designamos el circuito con:
 $(2 \times 2,5) + TT \times 2,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu bajo tubo} = 20 \text{ mm}$

Caídas de tensión:

- La caída de tensión acumulada más desfavorable del circuito se produce en un motor a 8,03 metros de la cabecera del mismo, y tiene por valor 0,3811 V (0,17 %).

Datos de partida ventiladores lavabos, vestuarios P1, tramo principal:

- Todos los tramos del circuito suman una longitud de 20,40 m.

ANEXOS

- El cable empleado y su instalación siguen la referencia PVC 750V Cu Empotrado bajo tubo flexible PVC.
- Los conductores están distribuidos en F+N+P con 1 conductor por fase.
- La tensión entre hilos activos es de 230 V.

Potencias:

- Todos los receptores alimentados por el circuito suman una potencia instalada de 153 W.
- Alimenta receptores de tipo motor, por lo que aumentamos la carga mínima prevista en un 25% sobre la potencia del mayor motor.
- Aplicamos factor de simultaneidad, obteniendo una potencia final de cálculo de 163 W.

Intensidades:

- En función de la potencia de cálculo, y utilizando la fórmula siguiente, obtenemos la intensidad de cálculo, o máxima prevista, que asciende a 0,79 A:
 $163/(230 \times 0,90) = 0,79 \text{ A}$
- Según la tabla 52-C1, col.A Cu y los factores correctores (1,00) que la norma UNE 20.460 especifica para este tipo de configuración de cable y montaje, la intensidad máxima admisible del circuito para la sección adoptada según el apartado siguiente, se calcula en 17,00 A:
 $17,00 \times 1,00 = 17,00 \text{ A}$
- En función de la potencia de cortocircuito de la red y la impedancia de los conductores hasta este punto de la instalación, obtenemos una intensidad de cortocircuito de 1,78 kA.

Secciones:

- Obtenemos una sección por caída de tensión de 0,02 mm² y por calentamiento de 1,50 mm².
- Adoptamos la sección de 2,50 mm² y designamos el circuito con:
 $(2 \times 2,5) + TT \times 2,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu bajo tubo} = 20 \text{ mm}$

Caídas de tensión:

- La caída de tensión acumulada más desfavorable del circuito se produce en un motor a 15,76 metros de la cabecera del mismo, y tiene por valor 0,4611 V (0,20 %).

2.1.10.10. CUADRO DE PROTECCIONES POR CIRCUITO

ANEXOS

ACOMETIDA						
Dispositivo	Nº polos	In	U	Ir	Is	Pc
Caja general de protección	IV	250	400			50

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN						
Dispositivo	Nº polos	In	U	Ir	Is	Pc
IM General	IV	320	690	262		36
ID Alumbrado	II	125	500		30	
PIA C1	II	32	230			6
PIA C3	II	20	230			6
PIA C8	II	20	230			6
PIA C10	II	20	230			6
PIA C20	II	10	230			6
ID Fuerza	II	250	500		300	
PIA C4	II	16	230			6
PIA C5	II	25	230			6
PIA C6	II	16	230			6
PIA C11	II	16	230			6
PIA C12	II	16	230			6
PIA C2	II	125	230			6
PIA C23	II	16	230			6
ID Equipos	III	160	500		300	
PIA C7	II	63	230			6
PIA C13	II	80	230			6
PIA C14	II	16	230			6
PIA C15	III	16	400			6
PIA C16	II	32	230			6
PIA C9	III	32	400			6
PIA C22	II	10	230			6
ID Climatización	III	160	500		300	
PIA C17	II	16	230			6
PIA C18	III	100	400			6
PIA C17	II	20	230			6
ID Ventilación	III	63	400		30	

ANEXOS

PIA C19	III	10	400			6
PIA C25 P1	II	10	230			6
PIA C25 PB	II	10	230			6
PIA C24	III	10	400			6
PIA C21	III	16	400			6

Donde:

Nº polos: Número de polos.

In: Calibre, en amperios.

U: Tensión, en voltios.

Ir: Intensidad de regulación, en amperios.

Is: Sensibilidad, en miliamperios.

Pc: Poder de corte, en kiloamperios.

ID: Interruptor diferencial.

PIA: Interruptor magnetotérmico.

ANEXO II

INSTALACIÓN DE ALUMBRADO

2.2. ANEXO INSTALACIÓN DE ALUMBRADO, ILUMINACIÓN INTERIOR

2.2.1. INTRODUCCIÓN

Se ha utilizado el método de cálculo, para el alumbrado interior, publicado por la Universidad Politécnica de Catalunya (UPC), publicado en la página web <http://edison.upc.es/curs/llum/interior>.

2.2.2. CONDICIONES PARA LOS RECEPTORES DE ALUMBRADO Y SUS COMPONENTES

2.2.2.1. CONDICIONES PARTICULARES

2.2.2.1.1. Luminarias

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

2.2.2.1.2. Suspensiones y dispositivos de regulación

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión. La sección nominal total de los conductores de los que la luminaria está suspendida será tal que la tracción máxima a la que estén sometidos los conductores sea inferior a 15 N/mm².

2.2.2.1.3. Cableado interno

La tensión asignada de los cables utilizados será como mínimo la tensión de alimentación y nunca inferior a 300/300 V.

Además los cables serán de características adecuadas a la utilización prevista, siendo capaces de soportar la temperatura a la que puedan estar sometidas.

2.2.2.1.4. Cableado externo

Cuando la luminaria tiene la conexión a la red en su interior, es necesario que el cableado externo que penetra en ella tenga el adecuado aislamiento eléctrico y térmico.

2.2.2.1.5. Puesta a tierra

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra. Se entiende como accesibles aquellas partes incluidas dentro del volumen de accesibilidad definido en la ITC-BT-24.

2.2.2.1.6. Lámparas

Queda prohibido el uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (como por ejemplo neón) en el interior de las viviendas.

En el interior de locales comerciales y en el interior de edificios, se permitirá su instalación cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras, tal como se define en la ITC-BT-24.

2.2.2.1.7. Portalámparas

Deberán ser de alguno de los tipos, formas y dimensiones especificados en la norma UNE-EN 60.061 -2.

Cuando en la misma instalación existan lámparas que han de ser alimentadas a distintas tensiones, se recomienda que los portalámparas respectivos sean diferentes entre sí, según el circuito al que deban ser conectados.

Cuando se empleen portalámparas con contacto central, debe conectarse a éste el conductor de fase o polar, y el neutro al contacto correspondiente a la parte exterior.

2.2.2.2. CONDICIONES DE INSTALACIÓN

2.2.2.2.1. Condiciones generales

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Las partes metálicas accesibles de los receptores de alumbrado que no sean de Clase II o Clase III, deberán conectarse de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito. Se entiende como accesibles aquellas partes incluidas dentro del volumen de accesibilidad definido en la ITC-BT-24.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque.

Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un

coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9, y no se admitirá compensación en conjunto de un grupo de receptores en una instalación de régimen de carga variable, salvo que dispongan de un sistema de compensación automático con variación de su capacidad siguiendo el régimen de carga.

2.2.3. CÁLCULO DE INSTALACIONES DE ALUMBRADO, ILUMINACIÓN INTERIOR

2.2.3.1. GENERALIDADES

El cálculo de los niveles de iluminación de una instalación de alumbrado de interiores es bastante sencillo. A menudo nos bastará con obtener el valor medio del alumbrado general usando el método de los lúmenes. Para los casos en que requiramos una mayor precisión o necesitemos conocer los valores de las iluminancias en algunos puntos concretos como pasa en el alumbrado general localizado o el alumbrado localizado recurriremos al método del punto por punto.

2.2.3.2. DATOS PREVIOS

Para determinar el cálculo y las soluciones luminotécnicas de las instalaciones de iluminación interior, se tendrán en cuenta parámetros tales como:

1. El uso de la zona a iluminar.
2. El tipo de tarea visual a realizar.
3. Las necesidades de luz y del usuario del local.
4. El índice K del local o dimensiones del espacio (longitud, anchura y altura útil).
5. Las reflectancias de las paredes, techo y suelo de la sala.
6. Las características y tipo de techo.
7. Las condiciones de la luz natural.
8. El tipo de acabado y decoración.
9. El mobiliario previsto.

Podrá utilizarse cualquier método de cálculo que cumpla las exigencias de la Sección HE 3 del DB-HE, los parámetros de iluminación y las recomendaciones para el cálculo contenidas en el apéndice B del DB-HE del Código Técnico de la Edificación.

2.2.3.2.1. Zonas del edificio para el cálculo de iluminación

ANEXOS

Mostramos a continuación la siguiente tabla, que muestra la división de los diferentes recintos del local, en zonas de estudio para diseñar el alumbrado, en función de sus dimensiones, el tipo de luminaria a instalar y la iluminancia media de cada zona (tabla 2.2.1). Podremos ver cada zona definida en el plano correspondiente a alumbrado interior.

ZONA O SALA	SUBZONAS	H (m)	h (m)	A (m)	L (m)	E	TIPO DE ILUMINARIA
Zona de entrada		3,25	2,4	3	4,85	200	Fluorescente comp 1x26 W
Bar planta baja		3,25	2,4	3	5	300	Incandescente 100 W
Comedor principal	C. principal 1	3,25	2,4	4,55	9,85	300	Fluorescente comp 2x32 W
	C. principal 2	3,25	2,4	9,7	9,55	300	Fluorescente comp 2x32 W
	C. principal 3	3,25	2,4	5	4,85	300	Fluorescente comp 2x32 W
Zona de subida/bajada		3,25	2,4	5	4,7	200	Incandescente 100 W
Zona de evacuación salón		3,25	2,4	9,7	1,52	200	Fluorescente comp 1x26 W
Pasillo de aseos		3,25	2,4	1,3	8,04	200	Incandescente 60 W
WC minusválidos		3,25	2,4	3,3	1,56	150	Incandescente 60 W
WC caballeros		3,25	2,4	3,3	2,98	150	Incandescente 60 W
WC señoras		3,25	2,4	3,3	3,21	150	Incandescente 60 W
Cocina	Cocina	3,25	2,10	7,37	4,75	500	Fluorescente 2x36 W
	Zona paso cocina	3,25	2,4	1,8	5	200	Fluorescente comp 1x26 W
	Zona estanterías	3,25	2,4	1,9	2	500	Fluorescente comp 1x26 W
Repostería		3,25	2,1	2,1	2,9	500	Fluorescente 2x36 W
Preparación platos fríos		3,25	2,1	3,27	2	500	Fluorescente 2x36 W
Lavado		3,25	2,1	3,27	2,8	500	Fluorescente 2x36 W
Mantenimiento		3,25	2,4	3	1,2	200	Incandescente 100 W
Almacén		3,25	2,4	3	2,09	200	Fluorescente 36 W
Pasillo zona cámaras		3,25	2,4	1,2	8,75	200	Incandescente 100 W
Pasillo evacuación cámaras		3,25	2,4	4,28	1	200	Incandescente 100 W
Comedor secundario	C. secundario 1	3	2,15	9,7	9,55	300	Fluorescente comp 2x32 W
	C. secundario 2	3	2,15	5	4,85	300	Fluorescente comp 2x32 W
Pasillo de aseos/vestuarios		3	2,15	1,3	9,55	200	Incandescente 60 W
WC caballeros planta alta		3	2,15	3,3	2,98	150	Incandescente 60 W
WC señoras planta alta		3	2,15	3,3	3,21	150	Incandescente 60 W
Vestuario hombres		3	2,15	3,3	1,53	200	Fluorescente 36 W
Vestuario mujeres		3	2,15	3,3	1,53	200	Fluorescente 36 W
Bar planta alta		3	2,15	2,5	5	300	Incandescente 100 W
Anexo bar p.alta		3	2,15	3,65	5	300	Fluorescente comp 1x26 W
Preparación planta alta		3	1,85	3,3	2,5	500	Fluorescente 2x36 W
Gestión		3	2,15	3,3	2,3	750	Fluorescente 2x36 W

Tabla 2.2.1. Zonas para el cálculo de iluminación y sus características.

Donde:

H: altura libre de la planta (m).
h: altura hasta el plano de trabajo (m).
A: anchura de la zona o sala (m).
L: longitud de la zona o sala (m).
E: iluminancia media de la zona (lux), según tabla 1.2.

2.2.3.3. SISTEMAS DE CONTROL Y REGULACIÓN

Las instalaciones de iluminación dispondrán, para cada zona, de un sistema de regulación y control con las siguientes condiciones:

- Toda zona dispondrá al menos de un sistema de encendido y apagado manual (**ver planos de la instalación de alumbrado**), cuando no disponga de otro sistema de control, no aceptándose los sistemas de encendido y apagado en cuadros eléctricos como único sistema de control. Las zonas de uso esporádico dispondrán de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia o sistema de temporización.
- Se instalarán sistemas de aprovechamiento de la luz natural, que regulen el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural.

2.2.3.4. MÉTODO DE CÁLCULO DE LOS LÚMENES

La finalidad de este método es calcular el valor medio en servicio de la iluminancia en un local iluminado con alumbrado general. Es práctico y fácil de usar, y por ello se utiliza mucho en la iluminación de interiores cuando la precisión necesaria no es muy alta como ocurre en la mayoría de los casos.

El proceso a seguir se puede explicar mediante el diagrama de bloques de la siguiente imagen:

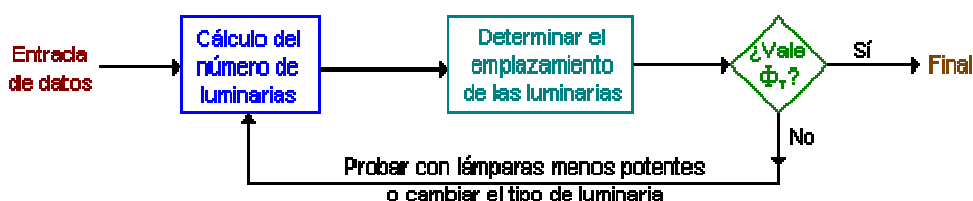


Imagen 2.2.1. Proceso a seguir para diseñar la instalación de alumbrado interior.

2.2.3.4.1. Datos de entrada

El proceso de los datos de entrada a seguir, lo resumimos ordenadamente a continuación:

ANEXOS

1. Dimensiones del local y la altura del plano de trabajo (la altura del suelo a la superficie de la mesa de trabajo), normalmente de 0,85m (ver imagen 2.2.2.).

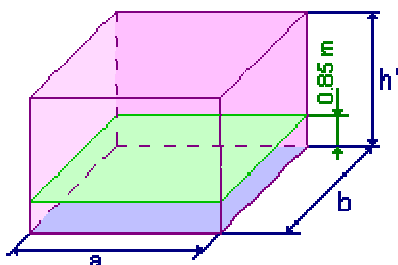


Imagen 2.2.2. Altura normal hasta el plano de trabajo.

2. Determinar el nivel de iluminancia media (E_m). Este valor depende del tipo de actividad a realizar en el local y podemos encontrarlos tabulados en las normas y recomendaciones que aparecen en la tabla 2.2.2.

TAREAS Y CLASES DE LOCAL	ILUMINANCIA MEDIA EN SERVICIO (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
Zonas generales de edificios			
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, escaleras móviles, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200
Centros docentes			
Aulas, laboratorios	300	400	500
Bibliotecas, salas de estudio	300	500	750
Oficinas			
Oficinas normales, mecanografiado, salas de proceso de datos, salas de conferencias	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación, CAD/CAM/CAE	500	750	1000
Comercios			
Locales de restauración, hostelería, ...	300	400	500
Comercio tradicional	300	500	750
Grandes superficies, supermercados, salones de muestras	500	750	1000
Industria (en general)			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000

ANEXOS

Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1500	2000
Viviendas			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de trabajo o estudio	300	500	750
Hoteles y restaurantes			
Habitaciones y pasillos	100	150	200
Cocinas	400	450	500
Salas de lectura	300	400	500
Restaurante y autoservicio	200	250	300
Salas de costura	400	500	750

Tabla 2.2.2. Iluminancia media según el tipo de local.

3. Escoger el tipo de lámpara (incandescente, fluorescente, halógena...) más adecuada de acuerdo con el tipo de actividad a realizar, a partir de los parámetros mostrado en la tabla 2.2.3.

Ámbito de uso	Tipos de lámparas más utilizados
Doméstico	Incandescente Fluorescente Halógenas de baja potencia Fluorescentes compactas
Oficinas	Alumbrado general: fluorescentes Alumbrado localizado: incandescentes y halógenas de baja tensión
Comercial (Depende de las dimensiones y características del comercio)	Incandescentes Halógenas Fluorescentes Grandes superficies con techos altos: mercurio a alta presión y halogenuros metálicos
Industrial	Todos los tipos Luminarias situadas a baja altura (< 6 m): fluorescentes. Luminarias situadas a gran altura (>6 m): lámparas de descarga a alta presión montadas en proyectores. Alumbrado localizado: incandescentes.

ANEXOS

Deportivo	<p>Luminarias situadas a baja altura: fluorescentes</p> <p>Luminarias situadas a gran altura: lámparas de vapor de mercurio a alta presión, halogenuros metálicos y vapor de sodio a alta presión</p>
-----------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 2.2.3. Tipo de lámpara según la actividad desarrollada.

- Escoger el sistema de alumbrado que mejor se adapte a nuestras necesidades (iluminación directa, semi-directa, difusa y semi-indirecta) y las luminarias correspondientes (tabla 2.2.4.).

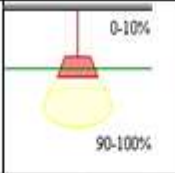
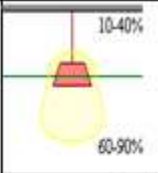
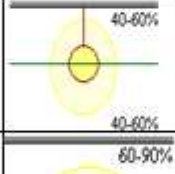
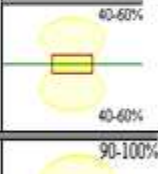

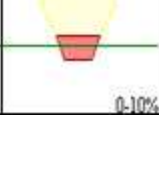
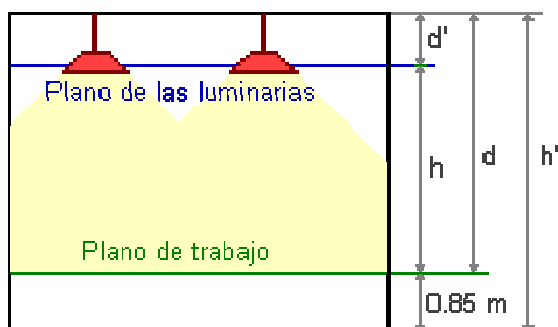
Directa		Semi-directa	
General difusa		Directa-indirecta	
Semi-directa		Indirecta	

Tabla 2.2.4. Tipos de alumbrado.

- La iluminación directa se produce cuando todo el flujo de las lámparas va dirigido hacia el suelo. Es el sistema más económico de iluminación y el que ofrece mayor rendimiento luminoso. Por contra, el riesgo de deslumbramiento directo es muy alto y produce sombras duras poco agradables para la vista. Se consigue utilizando luminarias directas.
- En la iluminación semi-directa la mayor parte del flujo luminoso se dirige hacia el suelo y el resto es reflejada en techo y paredes. En este caso, las sombras son más suaves y el deslumbramiento menor que el anterior. Sólo es recomendable para techos que no sean muy altos y sin claraboyas puesto que la luz dirigida hacia el techo se perdería por ellas.
- Si el flujo se reparte al cincuenta por ciento entre procedencia directa e indirecta hablamos de iluminación difusa. El riesgo de deslumbramiento es bajo y no hay sombras, lo que le da un aspecto monótono a la sala y sin relieve a los objetos iluminados. Para evitar las pérdidas por absorción de la luz en techo y paredes es recomendable pintarlas con colores claros o mejor blancos.

ANEXOS

- Cuando la mayor parte del flujo proviene del techo y paredes tenemos la iluminación semi-indirecta. Debido a esto, las pérdidas de flujo por absorción son elevadas y los consumos de potencia eléctrica también, lo que hace imprescindible pintar con tonos claros o blancos. Por contra la luz es de buena calidad, produce muy pocos deslumbramientos y con sombras suaves que dan relieve a los objetos.
 - Por último tenemos el caso de la iluminación indirecta cuando casi toda la luz va al techo. Es la más parecida a la luz natural pero es una solución muy cara puesto que las pérdidas por absorción son muy elevadas. Por ello es imprescindible usar pinturas de colores blancos con reflectancias elevadas.
5. Determinar la altura de suspensión de las luminarias según el sistema de iluminación escogido (imagen 2.2.3 y tabla 2.2.5).



h: altura entre el plano de trabajo y las luminarias.

h': altura del local.

d: altura del plano de trabajo al techo.

d': altura entre el plano de trabajo y las luminarias.

Imagen 2.2.3. Altura de suspensión de las luminarias.

	Altura de las luminarias
Locales de altura normal (oficinas, viviendas, aulas...)	Lo más altas posibles
Locales con iluminación directa, semidirecta y difusa	Mínimo:
	$h = \frac{2}{3} \cdot (h' - 0.85)$
	Óptimo:
	$h = \frac{4}{5} \cdot (h' - 0.85)$
Locales con iluminación indirecta	$d' \approx \frac{1}{4} \cdot (h' - 0.85)$
	$h \approx \frac{3}{4} \cdot (h' - 0.85)$

Tabla 2.2.5. Cálculo de la altura de las luminarias.

6. Calcular el índice del local (k) a partir de la geometría de éste. En el caso del método europeo se calcula como se indica en la **tabla 2.2.6**, donde k es un número comprendido entre 1 y 10. A pesar de que se pueden obtener valores mayores de 10 con la fórmula, no se consideran pues la diferencia entre usar diez o un número mayor en los cálculos es despreciable.

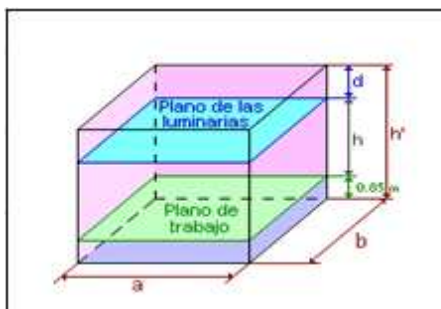
	Sistema de iluminación	Índice del local
	Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa	$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$
	Iluminación indirecta y semindirecta	$k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (h + 0.85) \cdot (a + b)}$

Tabla 2.2.6. Cálculo del índice del local o recinto según las dimensiones del mismo.

7. Determinar los coeficientes de reflexión de techo, paredes y suelo. Estos valores se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabado. Si no disponemos de ellos, podemos tomarlos de la tabla 2.2.7. En su defecto podemos tomar 0.5 para el techo, 0.3 para las paredes y 0.1 para el suelo.

	Color	Factor de reflexión (p)
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	claro	0.5
	medio	0.3
Paredes	claro	0.5
	medio	0.3
	oscuro	0.1
Suelo	claro	0.3
	oscuro	0.1

Tabla 2.2.7. Coeficientes de reflexión.

8. Determinar el factor de utilización (η, CU) a partir del índice del local y los factores de reflexión. Estos valores se encuentran tabulados y los suministran los fabricantes, en caso de que el fabricante no los suministre, se podrán obtener de forma general de la siguiente tabla. En la tabla 2.2.8 encontramos para cada tipo de luminaria los factores de iluminación en función de los coeficientes de reflexión y el

ANEXOS

índice del local. Si no se pueden obtener los factores por lectura directa será necesario interpolar.

Tipo de iluminación	Luminarias	Índice del local K	Techo								
			75 %			50 %			30 %		
			Paredes								
			50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	30 %	10 %	
semidirecta	abierta solo o con cubierta difusora	0,50 ÷ 0,70 0,70 ÷ 0,90 0,90 ÷ 1,10 1,10 ÷ 1,40 1,40 ÷ 1,75 1,75 ÷ 2,25 2,25 ÷ 2,75 2,75 ÷ 3,50 3,50 ÷ 4,50 4,50 ÷ 6,50	0,28 0,35 0,39 0,45 0,49 0,56 0,60 0,64 0,68 0,70	0,22 0,29 0,33 0,38 0,42 0,50 0,55 0,59 0,62 0,65	0,18 0,25 0,30 0,33 0,37 0,44 0,50 0,54 0,59 0,62	0,26 0,33 0,37 0,40 0,43 0,49 0,53 0,58 0,61 0,65	0,21 0,27 0,32 0,36 0,39 0,44 0,48 0,51 0,56 0,62	0,16 0,24 0,28 0,32 0,34 0,40 0,44 0,47 0,53 0,60	0,20 0,26 0,30 0,33 0,37 0,42 0,47 0,50 0,54 0,58	0,17 0,24 0,27 0,30 0,33 0,38 0,44 0,47 0,52 0,57	
mixta	difusores	0,50 ÷ 0,70 0,70 ÷ 0,90 0,90 ÷ 1,10 1,10 ÷ 1,40 1,40 ÷ 1,75 1,75 ÷ 2,25 2,25 ÷ 2,75 2,75 ÷ 3,50 3,50 ÷ 4,50 4,50 ÷ 6,50	0,26 0,32 0,37 0,40 0,42 0,46 0,50 0,52 0,55 0,57	0,23 0,29 0,33 0,36 0,39 0,43 0,46 0,48 0,52 0,54	0,21 0,27 0,31 0,34 0,36 0,40 0,43 0,45 0,49 0,51	0,23 0,28 0,31 0,34 0,36 0,41 0,44 0,46 0,48 0,49	0,21 0,26 0,29 0,31 0,33 0,38 0,40 0,44 0,46 0,47	0,19 0,24 0,27 0,30 0,32 0,35 0,39 0,41 0,45 0,46	0,19 0,23 0,26 0,28 0,30 0,32 0,34 0,37 0,39 0,42	0,17 0,21 0,24 0,26 0,28 0,30 0,33 0,36 0,38 0,41	
directa	reflectores de haz amplio	0,50 ÷ 0,70 0,70 ÷ 0,90 0,90 ÷ 1,10 1,10 ÷ 1,40 1,40 ÷ 1,75 1,75 ÷ 2,25 2,25 ÷ 2,75 2,75 ÷ 3,50 3,50 ÷ 4,50 4,50 ÷ 6,50	0,38 0,46 0,50 0,54 0,58 0,62 0,67 0,63 0,72 0,74	0,32 0,42 0,46 0,50 0,54 0,59 0,64 0,66 0,70 0,71	0,28 0,38 0,43 0,48 0,51 0,56 0,61 0,63 0,67 0,69	0,37 0,46 0,50 0,53 0,56 0,60 0,65 0,67 0,70 0,72	0,32 0,41 0,46 0,50 0,53 0,58 0,63 0,65 0,68 0,70	0,28 0,38 0,43 0,47 0,50 0,56 0,61 0,63 0,66 0,68	0,31 0,41 0,46 0,49 0,52 0,58 0,62 0,64 0,67 0,69	0,28 0,38 0,43 0,47 0,50 0,56 0,61 0,62 0,66 0,67	
directa	reflectores de haz medio	0,50 ÷ 0,70 0,70 ÷ 0,90 0,90 ÷ 1,10 1,10 ÷ 1,40 1,40 ÷ 1,75 1,75 ÷ 2,25 2,25 ÷ 2,75 2,75 ÷ 3,50 3,50 ÷ 4,50 4,50 ÷ 6,50	0,35 0,43 0,48 0,53 0,57 0,61 0,64 0,66 0,68 0,69	0,32 0,39 0,45 0,50 0,53 0,57 0,61 0,63 0,66 0,67	0,30 0,37 0,42 0,47 0,50 0,55 0,59 0,61 0,63 0,65	0,35 0,42 0,47 0,52 0,55 0,59 0,62 0,63 0,66 0,67	0,32 0,39 0,44 0,49 0,52 0,57 0,60 0,61 0,64 0,66	0,30 0,37 0,42 0,47 0,50 0,54 0,58 0,60 0,63 0,64	0,32 0,39 0,43 0,48 0,52 0,56 0,59 0,61 0,63 0,65	0,30 0,37 0,41 0,46 0,50 0,54 0,57 0,59 0,62 0,63	

Tabla 2.2.8. Factor de utilización según el tipo de luminaria.

- Determinar el factor de mantenimiento (fm) o conservación de la instalación. Este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Para una limpieza periódica anual podemos tomar los valores de la tabla 2.2.9.

Ambiente	Factor de mantenimiento (fm)
Limpio	0,8
Sucio	0,6

Tabla 2.2.9. Factor de mantenimiento según el ambiente del local.

2.2.3.4.2. Proceso de cálculo de la instalación de alumbrado interior

Establecemos los siguientes pasos para el cálculo de la instalación de alumbrado de los diferentes recintos del local:

1. Cálculo del flujo luminoso total necesario. Para ello aplicaremos la fórmula 2.2.1:

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot fm} \quad \text{Expresión 2.2.1.}$$

Donde:

Φ_T : es el flujo luminoso total (lúmenes).
E: es la iluminancia media deseada (lux).
S: es la superficie del plano de trabajo (m²).
 η : es el factor de utilización.
fm: es el factor de mantenimiento.

2. Cálculo del número de luminarias mediante la fórmula 2.2.2:

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L} \quad \text{Expresión 2.2.2.}$$

donde:

N: es el número de luminarias redondeado por exceso
 Φ_T : es el flujo luminoso total
 Φ_L : es el flujo luminoso de una lámpara
n: es el número de lámparas por luminaria

3. Emplazamiento de las luminarias.

Una vez hemos calculado el número mínimo de lámparas y luminarias procederemos a distribuir las sobre la planta de cada recinto del local. En los locales de planta rectangular las luminarias se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local según las fórmulas 2.2.3 y 2.2.4, según se muestra en la imagen 2.2.4.

$$N_{\text{ancho}} = \sqrt{\frac{N_{\text{total}}}{\text{largo}}} \cdot \text{ancho} \quad \text{Expresión 2.2.3.}$$

$$N_{\text{largo}} = N_{\text{ancho}} \cdot \left(\frac{\text{largo}}{\text{ancho}} \right) \quad \text{Expresión 2.2.4.}$$

Donde:

N: es el número de luminarias.

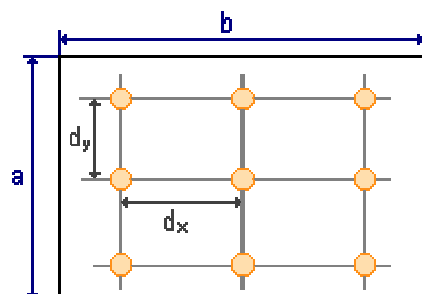


Imagen 2.2.4. Distancia de separación entre luminarias.

La distancia máxima de separación entre las luminarias dependerá del ángulo de apertura del haz de luz y de la altura de las luminarias sobre el plano de trabajo. Veámoslo mejor con la imagen 2.2.5.

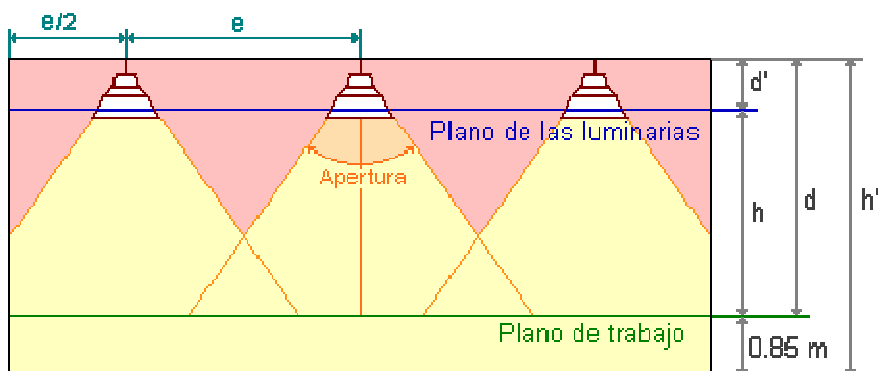


Imagen 2.2.5. Distancia entre luminarias según su altura.

Como puede verse fácilmente, mientras más abierto sea el haz y mayor la altura de la luminaria más superficie iluminará aunque será menor el nivel de iluminancia que llegará al plano de trabajo tal y como dice la ley inversa de los cuadrados. De la misma manera, vemos que las luminarias próximas a la pared necesitan estar más cerca para iluminarla (normalmente la mitad de la distancia). Las conclusiones sobre la separación entre las luminarias las podemos resumir según la tabla 2.2.10.

Tipo de luminaria	Altura del local	Distancia máxima entre luminarias
intensiva	> 10 m	$e \leq 1.2 h$
extensiva	6 - 10 m	$e \leq 1.5 h$
semiextensiva	4 - 6 m	$e \leq 1.6 h$
extensiva	$\leq 4 m$	$e \leq 1.6 h$
distancia pared-luminaria: $e/2$		

Tabla 2.2.10. Distancia entre luminarias.

Si después de calcular la posición de las luminarias nos encontramos que la distancia de separación es mayor que la distancia máxima admitida quiere decir que la distribución luminosa obtenida no es del todo uniforme. Esto puede deberse a que la potencia de las lámparas escogida sea excesiva. En estos casos conviene rehacer los cálculos probando a usar lámparas menos potentes, más luminarias o emplear luminarias con menos lámparas.

4. Comprobación de los resultados

Finalmente, realizamos la comprobación de la validez de los resultados mirando si la iluminancia media obtenida en la instalación diseñada es igual o superior a la recomendada en las tablas, según la expresión 1.5. Y comprobando que el valor de la eficiencia energética de la instalación no supere a los valores definidos en la normativa vigente CTE-DB-HE, sección 3, representados en la tabla 1.11.

$$E_m = \frac{n \cdot \Phi L \cdot \eta \cdot f_m}{S} \geq E_{\text{tablas}}$$

Expresión 2.2.5.

2.2.3.4.3. Método del punto por punto

El método de los lúmenes es una forma muy práctica y sencilla de calcular el nivel medio de la iluminancia en una instalación de alumbrado general. Pero si queremos conocer cómo es la distribución de la iluminación en instalaciones de alumbrado general localizado o individual donde la luz no se distribuye uniformemente o cómo es exactamente la distribución en el alumbrado general. En estos casos emplearemos el método del punto por punto que nos permite conocer los valores de la iluminancia en puntos concretos.

Consideraremos que la iluminancia en un punto es la suma de la luz proveniente de dos fuentes: una componente directa, producida por la luz que llega al plano de trabajo directamente de las luminarias, y otra indirecta o reflejada procedente de la reflexión de la luz de las luminarias en el techo, paredes y demás superficies del local (imagen 2.2.6).

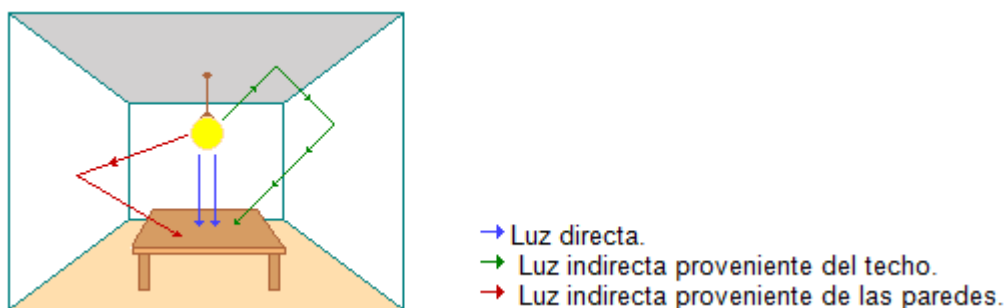


Imagen 2.2.6. Iluminancia en un punto.

En la imagen 2.2.6 podemos ver que sólo unos pocos rayos de luz serán perpendiculares al plano de trabajo mientras que el resto serán oblicuos. Esto quiere decir que de la luz incidente sobre un punto, sólo una parte servirá para iluminar el plano de trabajo y el resto iluminará el

plano vertical a la dirección incidente en dicho punto. Expresamos estas características mediante las fórmulas 2.2.6 y 2.2.7, ayudándonos de la imagen 2.2.7.

$$E_H = \frac{I \cdot \cos \alpha}{d^2} \quad \text{Expresión 2.2.6.}$$

$$E_V = \frac{I \cdot \sin \alpha}{d^2} = E_H \cdot \tan \alpha \quad \text{Expresión 2.2.7.}$$

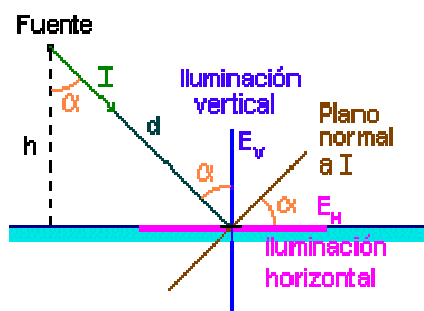


Imagen 2.2.7. Componentes de la iluminancia en un punto.

En general, para hacernos una idea de la distribución de la iluminancia nos bastará con conocer los valores de la iluminancia sobre el plano de trabajo; es decir, la iluminancia horizontal. Sólo nos interesará conocer la iluminancia vertical en casos en que se necesite tener un buen modelado de la forma de los objetos (deportes de competición, escaparates, estudios de televisión y cine, retransmisiones deportivas...) o iluminar objetos en posición vertical (obras de arte, cuadros, esculturas, pizarras, fachadas...).

Para utilizar el método del punto por punto necesitamos conocer previamente las características fotométricas de las lámparas y luminarias empleadas, la disposición de las mismas sobre la planta del local y la altura de estas sobre el plano de trabajo. Una vez conocidos todos estos elementos podemos empezar a calcular las iluminancias. Mientras más puntos calculemos más información tendremos sobre la distribución de la luz. Esto es particularmente importante si trazamos los diagramas isolux de la instalación.

Como ya hemos mencionado, la iluminancia horizontal en un punto se calcula como la suma de la componente de la iluminación directa más la de la iluminación indirecta. Por lo tanto nos queda reflejado en la expresión 2.2.8:

$$E = E_{\text{directa}} + E_{\text{indirecta}} \quad \text{Expresión 2.2.8.}$$

2.2.3.4.4. Componente directa en un punto

Fuentes de luz puntuales

Podemos considerar fuentes de luz puntuales las lámparas incandescentes y de descarga que no sean los tubos fluorescentes. En este caso las componentes de la iluminancia se calculan usando las fórmulas 2.2.9 y 2.2.10, según los parámetros mostrados en la imagen 2.2.8.

$$E_H = \frac{I \cdot \cos^3 \alpha}{h^2}$$

Expresión 2.2.9.

$$E_V = \frac{I \cdot \cos^2 \alpha \cdot \sin \alpha}{h^2}$$

Expresión 2.2.10.

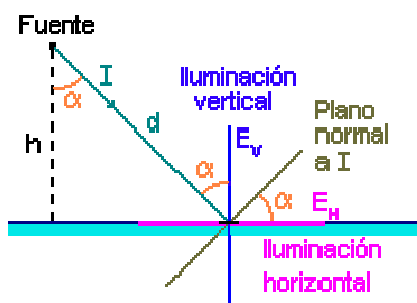


Imagen 2.2.8. Componentes de la iluminancia de fuentes de luz puntuales.

Donde I es la intensidad luminosa de la lámpara en la dirección del punto que puede obtenerse de los diagramas polares de la luminaria o de la matriz de intensidades y h la altura del plano de trabajo a la lámpara.

En general, si un punto está iluminado por más de una lámpara su iluminancia total es la suma de las iluminancias recibidas, que podemos hallarlo mediante las fórmulas 2.2.11 y 2.2.12:

$$E_H = \sum_{i=1}^n \frac{I_i \cdot \cos^3 \alpha_i}{h_i^2}$$

Expresión 2.2.11.

$$E_V = \sum_{i=1}^n \frac{I_i \cdot \cos^2 \alpha_i \cdot \sin \alpha_i}{h_i^2}$$

Expresión 2.2.12.

Fuentes de luz lineales de longitud infinita

Se considera que una fuente de luz lineal es infinita si su longitud es mucho mayor que la altura de montaje; por ejemplo una línea continua de fluorescentes. En este caso se puede demostrar por cálculo diferencial que la iluminancia en un punto para una fuente de luz difusa se puede expresar según las expresiones 2.2.13 y 2.2.14, según el esquema de la imagen 2.2.9.

$$E_H = \frac{\pi \cdot I}{2h} \cdot \cos^2 \alpha$$

Expresión 2.2.13.

$$E_V = \frac{\pi \cdot I}{2h} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha$$

Expresión 2.2.14.

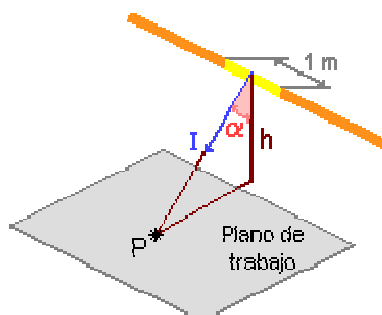


Imagen 2.2.9. Iluminancia en un punto.

En los extremos de la hilera de las luminarias el valor de la iluminancia será la mitad.

El valor de I se puede obtener del diagrama de intensidad luminosa de la luminaria referido a un metro de longitud de la fuente de luz. En el caso de un tubo fluorescente desnudo I puede calcularse a partir del flujo luminoso por metro, según la fórmula 2.2.15:

$$I = \frac{\Phi}{9.25} \quad \text{Expresión 2.2.15.}$$

Cálculo de las iluminancias horizontales empleando curvas isolux

Este método gráfico permite obtener las iluminancias horizontales en cualquier punto del plano de trabajo de forma rápida y directa. Para ello necesitaremos:

- Las curvas isolux de la luminaria suministradas por el fabricante (fotocopiadas sobre papel vegetal o transparencias). Si no disponemos de ellas, podemos trazarlas a partir de la matriz de intensidades o de las curvas polares, aunque esta solución es poco recomendable si el número de puntos que nos interesa calcular es pequeño o no disponemos de un programa informático que lo haga por nosotros.
- La planta del local con la disposición de las luminarias dibujada con la misma escala que la curva isolux.

El procedimiento de cálculo es el siguiente. Sobre el plano de la planta situamos el punto o los puntos en los que queremos calcular la iluminancia. A continuación colocamos el diagrama isolux sobre el plano, haciendo que el centro coincida con el punto, y se suman los valores relativos de las iluminancias debidos a cada una de las luminarias que hemos obtenido a partir de la intersección de las curvas isolux con las luminarias.

Finalmente, los valores reales de las iluminancias en cada punto se calculan a partir de los relativos obtenidos de las curvas aplicando la fórmula 2.2.16:

$$E_r = E_c \cdot \frac{\Phi_r}{\Phi_c} \cdot \left(\frac{hc}{hr} \right)^2 = E_c \cdot \frac{\Phi_r}{hr^2} \cdot \frac{1}{1.000} \quad \text{Expresión 2.2.16.}$$

También es posible encontrar estos datos en unas tablas llamadas matriz de intensidades luminosas (es el método utilizado en este proyecto), donde para cada pareja de valores de C y Y obtenemos un valor de I normalizado para una lámpara de flujo de 1000 lm, según mostramos en la siguiente imagen:

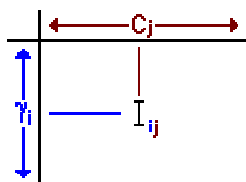


Imagen 2.2.10. Matriz de intensidades.

2.2.3.4.5. Valor de Eficiencia Energética de la Instalación

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m} \quad \text{Expresión 2.2.17.}$$

Siendo:

P: la potencia total instalada en lámparas más los equipos auxiliares (W).

S: la superficie iluminada (m²).

E_m: la iluminancia media horizontal mantenida (lux).

Con el fin de establecer los correspondientes valores de eficiencia energética límite, las instalaciones de iluminación se identificarán, según el uso de la zona, dentro de uno de los 2 grupos siguientes:

a) Grupo 1: Zonas de no representación o espacios en los que el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, queda relegado a un segundo plano frente a otros criterios como el nivel de iluminación, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética;

b) Grupo 2: Zonas de representación o espacios donde el criterio de diseño, imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, son preponderantes frente a los criterios de eficiencia energética.

Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la tabla 2.2.11. Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación de acento, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas. Finalmente

ANEXOS

compararemos estos valores con los obtenidos de las diferentes zonas del restaurante (ver tablas apartado 2.2.4.33), comprobando que se cumpla.

grupo	Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
1 zonas de no representación	administrativo en general	3,5
	andenes de estaciones de transporte	3,5
	salas de diagnóstico ⁽⁴⁾	3,5
	pabellones de exposición o ferias	3,5
	aulas y laboratorios ⁽²⁾	4,0
	habitaciones de hospital ⁽³⁾	4,5
	zonas comunes ⁽¹⁾	4,5
	almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	aparcamientos	5
	espacios deportivos ⁽⁵⁾	5
	recintos interiores asimilables a grupo 1 no descritos en la lista anterior	4,5
2 zonas de representación	administrativo en general	6
	estaciones de transporte ⁽⁶⁾	6
	supermercados, hipermercados y grandes almacenes	6
	bibliotecas, museos y galerías de arte	6
	zonas comunes en edificios residenciales	7,5
	centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁹⁾	8
	hostelería y restauración ⁽⁸⁾	10
	religioso en general	10
	salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ⁽⁷⁾	10
	tiendas y pequeño comercio	10
	zonas comunes ⁽¹⁾	10
	habitaciones de hoteles, hostales, etc.	12
	recintos interiores asimilables a grupo 2 no descritos en la lista anterior	10

1 Espacios utilizados por cualquier persona o usuario, como recibidor, vestíbulos, pasillos, escaleras, espacios de tránsito de personas, aseos públicos, etc.

2 Incluye la instalación de iluminación del aula y las pizarras de las aulas de enseñanza, aulas de práctica de ordenador, música, laboratorios de lenguaje, aulas de dibujo técnico, aulas de prácticas y laboratorios, manualidades, talleres de enseñanza y aulas de arte, aulas de preparación y talleres, aulas comunes de estudio y aulas de reunión, aulas clases nocturnas y educación de adultos, salas de lectura, guarderías, salas de juegos de guarderías y sala de manualidades.

3 Incluye la instalación de iluminación interior de la habitación y baño, formada por iluminación general, iluminación de lectura e iluminación para exámenes simples.

4 Incluye la instalación de iluminación general de salas como salas de examen general, salas de emergencia, salas de escáner y radiología, salas de examen ocular y auditivo y salas de tratamiento. Sin embargo quedan excluidos locales como las salas de operación, quirófanos, unidades de cuidados intensivos, dentista, salas de descontaminación, salas de autopsias y mortuorios y otras salas que por su actividad puedan considerarse como salas especiales.

5 Incluye las instalaciones de iluminación del terreno de juego y graderíos de espacios deportivos, tanto para actividades de entrenamiento y competición, pero no se incluye las instalaciones de iluminación necesarias para las retransmisiones televisadas.

Los graderíos serán asimilables a zonas comunes del grupo 1.

6 Espacios destinados al tránsito de viajeros como recibidor de terminales, salas de llegadas y salidas de pasajeros, salas de recogida de equipajes, áreas de conexión, de ascensores, áreas de mostradores de taquillas, facturación e información, áreas de espera, salas de consigna, etc.

7 Incluye la instalación de iluminación general y de acento. En el caso de cines, teatros, salas de conciertos, etc. se excluye la iluminación con fines de espectáculo, incluyendo la representación y el escenario.

8 Incluye los espacios destinados a las actividades propias del servicio al público como recibidor, recepción, restaurante, bar, comedor, auto-servicio o buffet, pasillos, escaleras, vestuarios, servicios, aseos, etc.

9 Incluye la instalación de iluminación general y de acento de recibidor, recepción, pasillos, escaleras, vestuarios y aseos de los centros comerciales.

Tabla 2.2.11. Valor por local o recinto de la Eficiencia Energética de la Instalación.

2.2.4. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL ALUMBRADO INTERIOR POR ZONAS DEL LOCAL

2.2.4.1. ZONA DE ENTRADA

Características de la Instalación

Definimos las medidas de la zona de estudio, correspondientes a su longitud, anchura, altura de suspensión de las luminarias (en la mayoría de los casos se definirá como 0 m debido a que las luminarias serán del tipo decorativo de empotrar en falso techo), altura de cálculo y altura hasta el plano de trabajo. Estas características influyen en el número de luminarias a colocar.

Longitud:	4,85 m.	Altura suspensión:	0,00 m.
Anchura:	3,00 m.	Altura de cálculo:	2,40 m.
Altura:	3,25 m.	Altura plano trabajo:	0,85 m.

La altura del local, H, es suma de la altura de suspensión de la luminaria C, más la altura de montaje h, y más los 0,85m a los que está el plano de trabajo, es decir:

$$H = h + C + 0,85\text{m}$$

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85\text{m})$$

$$h = 3,25 - (0 + 0,85) = 2,40\text{m}$$

Factores de reflexión

Procedemos a determinar los coeficientes de reflexión de techo, paredes y suelo. Estos valores se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabado. Si no disponemos de ellos, podemos tomarlos de la tabla 2.2.7.

Factor de techo: 50 %

Factor de pared: 30 %

Factor de suelo: 30 %

Factor de mantenimiento

Se mantendrá un factor de mantenimiento (f_m) constante en todos los casos de 0,75 correspondiente a un grado de la suciedad ambiental y de la limpieza del local como limpio. Al ser un local de servicios al cliente y en este caso de restauración el factor de mantenimiento no puede ser otro más que limpio.

Factor de mantenimiento (f_m): 0,75

Índice del local

El índice del local (k) se obtiene a partir de la geometría de la zona de estudio y del sistema de iluminación aplicado en dicha zona. En las diversas áreas que forman el local es sistema de iluminación estará formado por luminarias que proyectan su haz de luz de forma directa, semi-directa, directa-indirecta y general difusa. Ya sea directamente o indirectamente sobre la superficie a iluminar, así como por difusión en la reflexión con el techo, paredes y suelos. Para establecer el índice del local, aplicaremos la expresión de la tabla 2.2.6.

$$k = \frac{a \cdot b}{h(a+b)}$$

$$k = \frac{3,00 \cdot 4,85}{2,40 \cdot (3,00 + 4,85)} = 0,77$$

Factor de utilización

Una vez hallado el índice del local (K), y en función de los factores de reflexión característicos de cada sala o zona de estudio, procedemos a encontrar el factor de utilización (η) dependiendo del tipo de luminaria, mediante los valores de la tabla 2.2.8.

Con unos factores de reflexión para techo, paredes y suelos de 0,5, 0,3 y 0,3 respectivamente y un índice del local de 0,77 obtenemos:

Factor de utilización (η): 0,41

Elegimos para esta zona una luminaria del tipo fluorescente compacto, que hace referencia, a los valores mostrados en la tabla 2.2.8 correspondiente a reflectores de haz amplio.

Flujo luminoso total necesario

Corresponde a la cantidad de lúmenes necesarios para iluminar la sala o zona de estudio; depende de la iluminancia media a aplicar en la sala o zona de estudio (valores en tabla 2.2.2.), la superficie de la sala o zona de estudio, el factor de utilización y el factor de mantenimiento. Para hallar el flujo luminoso total necesario aplicamos la expresión 2.2.1.

$$\Phi_t = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot fm} = \frac{E \cdot a \cdot b}{\eta \cdot fm}$$

$$\Phi_t = \frac{200 \cdot 3,00 \cdot 4,85}{0,41 \cdot 0,75} = 9.463,41 \text{ lúmenes}$$

Número de luminarias

El número de luminarias total (N) es el valor que nos indica la cantidad de luminarias a instalar por sala o zona de estudio. Se obtiene a partir del flujo luminoso total necesario (Φ_t) y el flujo luminoso de la luminaria escogida (Φ_L), dependiendo si esta posee uno o varios focos. Se procede a calcular el número de luminarias mediante la expresión 2.2.2.

$$N = \frac{\Phi_t}{n^{\circ} \cdot \Phi_L}$$

$$N = \frac{9.463,41}{1.800} = 5,26 \text{ Luminarias}$$

Por norma general se suele redondear por exceso, pero debido a una correcta uniformidad en el diseño de la instalación de alumbrado interior se intenta buscar un número par, para situar las luminarias uniformemente sobre la zona de estudio. De esta forma elegimos:

Número de luminarias N: 8 luminarias.

Emplazamiento de las luminarias

Todas las zonas de estudio de nuestro local son de planta rectangular, dicho esto, las luminarias se repartirán de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local según las fórmulas 2.2.3 y 2.2.4.

$$N_{\text{ancho}} = \sqrt{\frac{N_{\text{Total}}}{\text{largo}} \times \text{ancho}}$$

$$N_{\text{largo}} = N_{\text{ancho}} \times \left(\frac{\text{largo}}{\text{ancho}} \right)$$

$$N_{\text{ancho}} = \sqrt{\frac{8}{4,85}} \cdot 3,00 = 2,22 \approx 2$$

$$N_{\text{largo}} = 2,22 \cdot \frac{4,85}{3,00} = 3,59 \approx 4$$

Se colocarán en la zona: 2 columnas de 4 luminarias cada una.

Iluminación horizontal en el plano de trabajo

A través de la ayuda mediante el cálculo por ordenador y utilizando el método del punto por punto, procedemos a encontrar la matriz de intensidades luminosas, que variará según las curvas isolux del tipo de luminaria escogida. Gracias a la matriz de intensidades luminosas podemos observar de forma gráfica la proyección de la luz (valor en lux) en el plano de trabajo estudiado.

Eje y\Eje X	(Valor en Lux)											
	0,2	0,5	0,7	0,9	1,2	1,4	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5	2,8
4,4	199	204	209	213	214	214	214	214	213	209	204	199
4,1	208	214	219	224	227	228	229	227	224	219	214	208
3,7	218	223	229	236	239	240	240	239	237	230	224	218
3,3	228	235	242	248	251	251	251	251	248	242	236	229
3,0	236	242	249	255	259	262	261	259	255	249	243	237
2,6	236	244	250	257	260	261	261	260	258	251	245	236
2,2	237	242	252	257	259	262	261	261	257	252	242	238
1,9	236	241	247	253	259	262	261	259	254	247	241	236
1,5	227	235	241	247	250	249	250	250	247	241	235	227
1,1	216	223	228	236	237	239	239	237	236	228	223	217
0,7	208	212	219	223	226	228	228	226	223	218	212	208
0,4	194	201	207	211	213	214	214	213	211	207	202	196

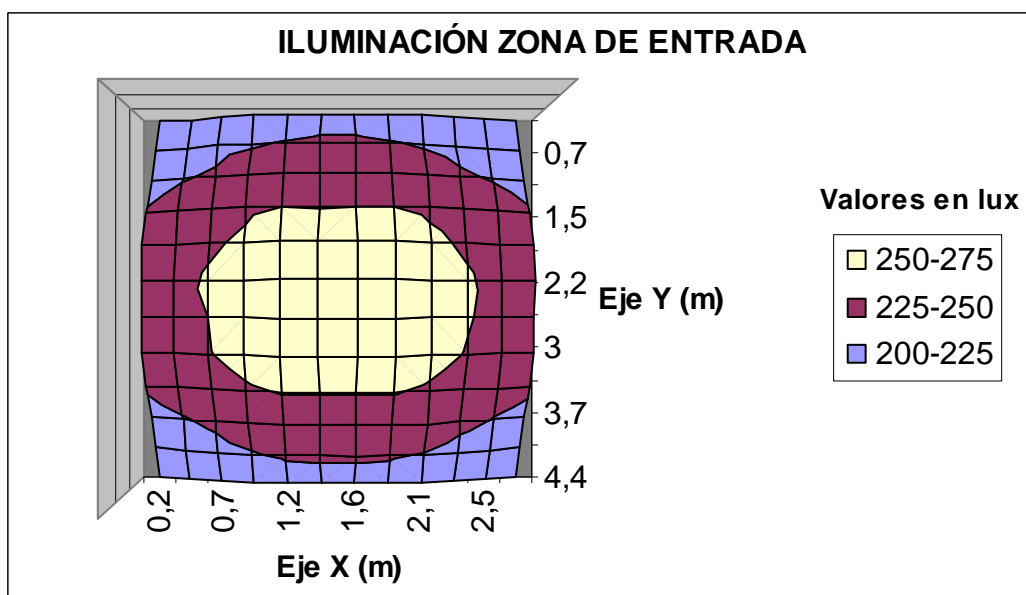


Gráfico 2.2.1. Mapa de iluminación en la zona de entrada.

Datos de iluminación en el plano de trabajo

Estos datos los obtenemos a partir de la matriz de intensidades luminosas, en el caso de la iluminancia media también se puede obtener aplicando la expresión 2.2.5. Hay que señalar que la iluminancia media (E_m) es más o menos parecida utilizando la expresión 2.2.5, así como, la matriz de intensidades luminosas.

Iluminancias totales: (Directa + Indirecta)

Media E_{med} : 228,00 Lux

Mínima E_{min} : 194,00 Lux

Máxima E_{max} : 262,00 Lux

Iluminancia media:

$$E_m = \frac{n \cdot \Phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{a \cdot b} \geq E_{Tablas}$$

$$E_m = \frac{8 \cdot 1800 \cdot 0,41 \cdot 0,75}{3,00 \cdot 4,85} = 304,33 \geq 200$$

2.2.4.2. ZONA BAR PLANTA BAJA

Características de la Instalación

Longitud: 5,00 m.

Altura suspensión: 0,00 m.

ANEXOS

Anchura: 3,00 m.

Altura de cálculo: 2,40 m.

Altura: 3,25 m.

Altura plano trabajo: 0,85 m.

$$H = h + C + 0,85m$$

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85m)$$

$$h = 3,25 - (0 + 0,85) = 2,40m$$

Factores de reflexión

Factor de techo : 50 %

Factor de pared : 30 %

Factor de suelo : 30 %

Factor de mantenimientoFactor de mantenimiento (f_m): 0,75**Índice del local**

Aplicando la expresión 1 de la tabla 1.6 obtenemos e índice del local:

$$k = \frac{3,00 \cdot 5,00}{2,40 \cdot (3,00 + 5,00)} = 0,78$$

Factor de utilización

Elegimos para esta zona focos incandescentes.

Factor de utilización (η): 0,39**Flujo luminoso total necesario**

Aplicando la expresión 2.2.1 obtenemos el flujo luminoso total:

$$\Phi_t = \frac{300 \cdot 3,00 \cdot 5,00}{0,39 \cdot 0,75} = 1.5384,62 \text{ Lúmenes}$$

Número de luminarias

Aplicando la expresión 2.2.2 obtenemos el número total de luminarias a instalar:

$$N = \frac{15.384,62}{1.380} = 11,15 \text{ Luminarias}$$

Número de luminarias N: 12 luminarias.

Emplazamiento de las luminarias

Aplicando las expresiones 2.2.3 y 2.2.4 obtenemos el emplazamiento del número de luminarias por eje x e y:

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{12}{5,00}} \cdot 3,00 = 2,68 \approx 3$$

$$N_{largo} = 2,68 \cdot \frac{5,00}{3,00} = 4,46 \approx 4$$

Se colocarán en la zona: 3 columnas de 4 luminarias cada una.

Iluminación horizontal en el plano de trabajo

(Valor en Lux)

Eje y\Eje X	0,5	0,7	0,9	1,2	1,4	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5	2,8	0,2
4,6	263	270	278	281	284	287	287	284	281	278	270	264
4,2	291	310	316	319	323	336	336	323	319	316	311	291
3,8	316	324	343	350	351	355	356	351	350	344	325	316
3,4	345	352	360	369	373	375	375	372	370	362	352	346
3,0	355	365	373	380	385	388	387	385	380	373	365	356
2,7	360	370	379	386	388	391	392	388	386	379	370	360
2,3	359	370	378	387	390	392	392	390	387	378	370	360
1,9	354	363	373	379	384	387	386	384	380	373	363	354
1,5	341	350	358	367	371	370	370	370	367	359	351	341
1,1	313	321	339	345	350	351	351	350	346	339	322	314
0,8	287	293	311	317	320	320	320	320	317	311	293	288
0,4	262	268	275	280	283	282	282	283	280	275	269	261

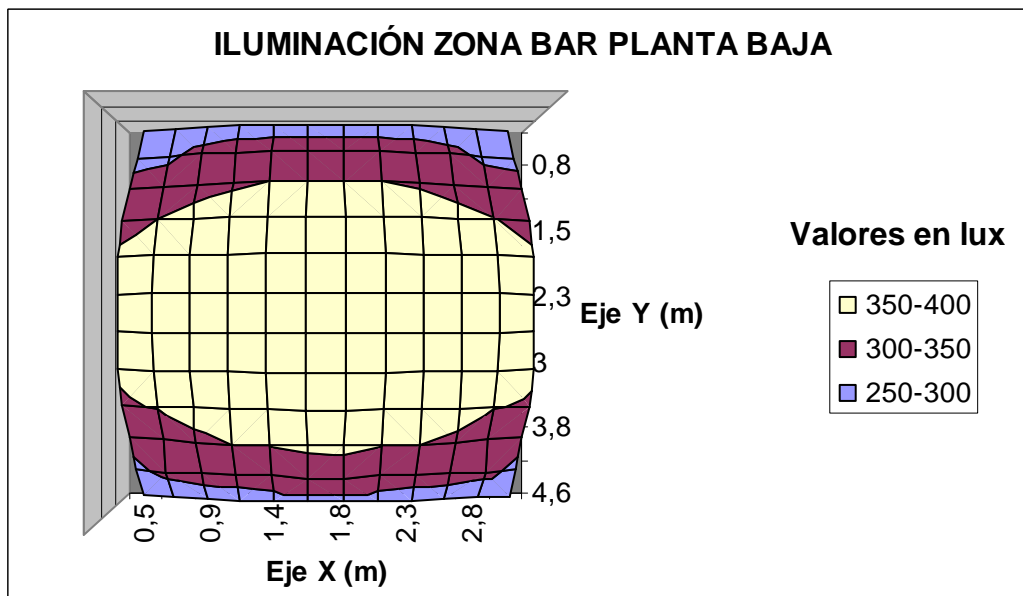


Gráfico 2.2.2. Mapa de iluminación en la zona de la barra planta baja.

Datos de iluminación en el plano de trabajo

Illuminancias totales: (Directa + Indirecta)

Media	Emed: 345,17 Lux
Mínima	Emin: 261,00 Lux
Máxima	Emax: 392,00 Lux

Illuminancia media:

Aplicando la expresión 1.5 obtenemos la iluminancia media:

$$E_m = \frac{12 \cdot 1.380 \cdot 0,39 \cdot 0,75}{3,00 \cdot 5,00} = 322,92 \geq 300$$

2.2.4.3. SALA COMEDOR PRINCIPAL 1

Características de la Instalación

Longitud: 9,85 m.	Altura suspensión: 0,00 m.
Anchura: 4,55 m.	Altura de cálculo: 2,65 m.
Altura: 3,50 m.	Altura plano trabajo: 0,85 m.

$$H = h + C + 0,85m$$

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85\text{m})$$

$$h = 3,25 - (0 + 0,85) = 2,40\text{m}$$

Factores de reflexión

Factor de techo : 50 %

Factor de pared : 30 %

Factor de suelo : 30 %

Factor de mantenimiento

Factor de mantenimiento (f_m): 0,75

Índice del local

$$k = \frac{4,55 \cdot 9,85}{2,40 \cdot (4,55 + 9,85)} = 1,30$$

Factor de utilización

Tipo de iluminaria utilizada para esta zona fluorescente compacto.

Factor de utilización (η): 0,50

Flujo luminoso total necesario

$$\Phi_t = \frac{300 \cdot 4,55 \cdot 9,85}{0,50 \cdot 0,75} = 35.854 \text{ Lúmenes}$$

Número de luminarias

$$N = \frac{35.854}{4.500} = 7,97 \text{ luminarias}$$

Número de luminarias N: 8 luminarias

Emplazamiento de las luminarias

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{8}{9,85}} \cdot 4,55 = 1,92 \approx 2$$

$$N_{largo} = 1,92 \cdot \frac{9,85}{4,55} = 4,16 \approx 4$$

Se colocarán en la zona: 2 columnas de 4 luminarias cada una.

Iluminación horizontal en el plano de trabajo

Eje y\Eje X	(Valor en Lux)											
	0,7	1,1	1,4	1,8	2,1	2,5	2,8	3,2	3,5	3,9	4,2	0,4
9,1	238	251	260	268	272	277	277	272	269	260	251	238
8,4	265	278	287	296	311	313	313	311	296	287	279	265
7,6	287	306	320	328	332	335	333	332	328	320	306	287
6,8	301	322	334	343	350	352	350	350	345	334	323	302
6,1	314	332	342	353	370	373	373	370	353	342	332	316
5,3	316	340	355	364	372	372	372	372	365	355	340	316
4,6	317	340	355	365	369	373	373	369	365	355	340	317
3,8	315	332	340	352	368	373	373	368	352	340	333	315
3,0	302	322	338	347	350	352	354	350	347	338	323	302
2,3	289	304	319	327	332	334	336	332	327	319	304	289
1,5	266	280	289	300	311	313	313	313	300	289	280	266
0,8	238	253	260	269	275	278	280	277	269	260	253	240

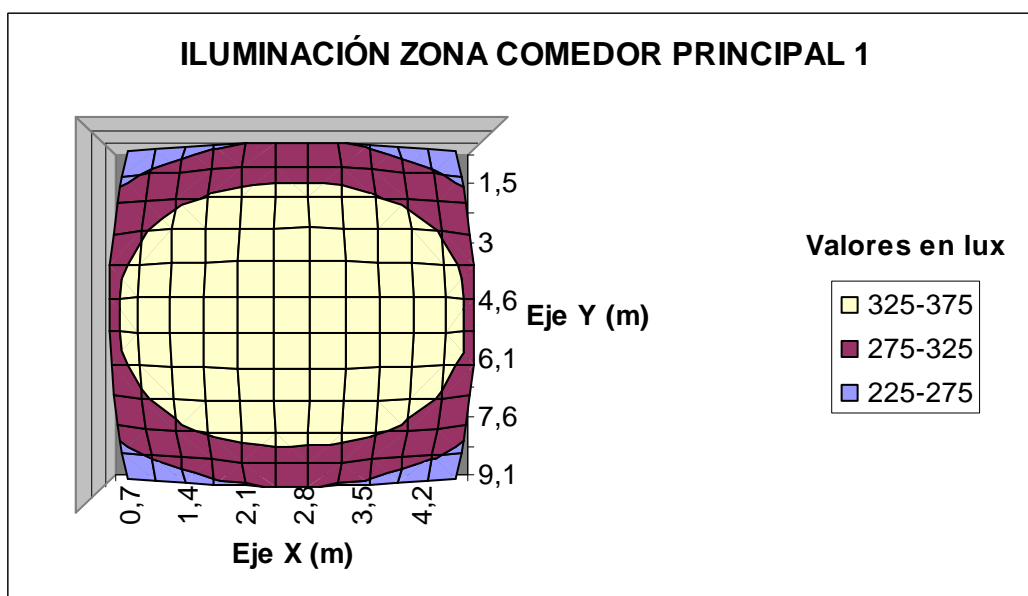


Gráfico 2.2.3. Mapa de iluminación en la zona del comedor principal 1.

Datos de iluminación en el plano de trabajo

Illuminancias totales: (Directa + Indirecta)

Media Emed: 305,50 Lux

Mínima Emin: 238,00 Lux

Máxima Emax: 373,00 Lux

Illuminancia media:

$$E_m = \frac{8 \cdot 4.500 \cdot 0,50 \cdot 0,75}{4,55 \cdot 9,85} = 301,22 \geq 300$$

2.2.4.4. SALA COMEDOR PRINCIPAL 2

Características de la Instalación

Longitud: 9,55 m.

Altura suspensión: 0,00 m.

Anchura: 9,70 m.

Altura de cálculo: 2,40 m.

Altura: 3,25 m.

Altura plano trabajo: 0,85 m.

$$H = h + C + 0,85\text{m}$$

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85\text{m})$$

$$h = 3,25 - (0 + 0,85) = 2,40\text{m}$$

Factores de reflexión

Factor de techo : 50 %

Factor de pared : 30 %

Factor de suelo : 30 %

Factor de mantenimiento

Factor de mantenimiento (f_m): 0,75

Índice del local

$$k = \frac{9,70 \cdot 9,55}{2,40 \cdot (9,70 + 9,55)} = 2,01$$

Factor de utilización

Elegimos para esta zona iluminarias del tipo fluorescente compacto.

Factor de utilización (η): 0,58

Flujo luminoso total necesario

$$\Phi_t = \frac{300 \cdot 9,70 \cdot 9,55}{0,58 \cdot 0,75} = 63.886,21 \text{ Lúmenes}$$

Número de luminarias

$$N = \frac{63.886,21}{4.500} = 14,2 \text{ Luminarias}$$

Número de luminarias N: 16 luminarias

Emplazamiento de las luminarias

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{16}{9,55}} \cdot 9,70 = 4,03 \approx 4$$

$$N_{largo} = 4,03 \cdot \frac{9,55}{9,70} = 3,96 \approx 4$$

Se colocarán en la zona: 4 columnas de 4 luminarias cada una.

Iluminación horizontal en el plano de trabajo

Eje y\Eje X	(Valor en Lux)											
	1,5	2,3	3,0	3,8	4,5	5,3	6,0	6,8	7,5	8,3	9,0	0,8
8,8	238	266	293	305	316	324	325	313	305	294	266	237
8,0	268	300	326	346	353	361	361	353	346	326	300	267
7,3	293	326	354	375	385	393	391	383	375	354	326	292
6,6	304	344	373	392	404	416	415	405	392	374	343	303
5,8	313	347	382	406	417	430	430	416	406	382	346	311
5,1	321	358	391	415	425	437	438	425	415	391	358	320
4,4	322	359	391	413	427	438	438	425	412	389	358	321
3,7	310	346	380	406	415	423	424	415	405	380	343	310
2,9	303	345	372	388	405	416	416	404	390	371	341	302

2,2	291	324	351	372	382	392	390	381	371	346	321	290
1,5	264	297	326	345	344	360	357	344	344	323	295	264
0,7	237	266	290	302	312	321	321	311	302	289	266	236

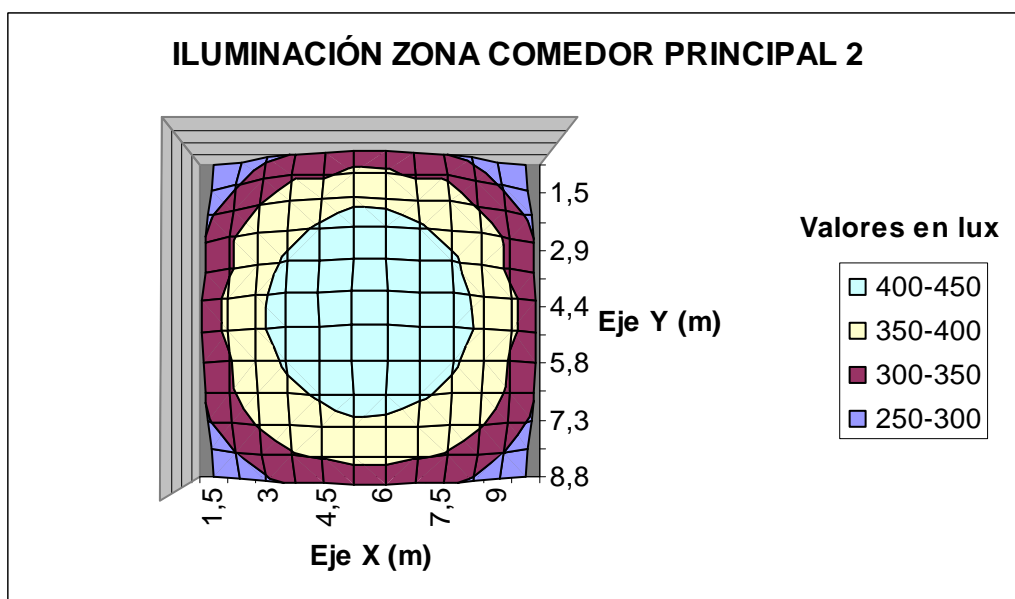


Gráfico 2.2.4. Mapa de iluminación en la zona del comedor principal 2.

Datos de iluminación en el plano de trabajo

Iluminancias totales: (Directa + Indirecta)

Media Emed: 337,00 Lux

Mínima Emin: 236,00 Lux

Máxima Emax: 438,00 Lux

Iluminancia media:

$$E_m = \frac{16 \cdot 4.500 \cdot 0,58 \cdot 0,75}{9,70 \cdot 9,55} = 338,10 \geq 300$$

2.2.4.5. SALA COMEDOR PRINCIPAL 3

Características de la Instalación

Longitud: 4,85 m.

Anchura: 5,00 m.

Altura: 3,50 m.

Altura suspensión: 0,00 m.

Altura de cálculo: 2,65 m.

Altura plano trabajo: 0,85 m.

$$H = h + C + 0,85\text{m}$$

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85\text{m})$$

$$h = 3,25 - (0 + 0,85) = 2,40\text{m}$$

Factores de reflexión

Factor de techo : 50 %

Factor de pared : 30 %

Factor de suelo : 30 %

Factor de mantenimiento

Factor de mantenimiento (f_m): 0,75

Índice del local

$$k = \frac{5,00 \cdot 4,85}{2,40 \cdot (5,00 + 4,85)} = 1,03$$

Factor de utilización

Se eligen para esta zona luminarias del tipo fluorescente compacto.

Factor de utilización (η): 0,46

Flujo luminoso total necesario

$$\Phi_t = \frac{300 \cdot 5,00 \cdot 4,85}{0,46 \cdot 0,75} = 2.1086,96 \text{ Lúmenes}$$

Número de luminarias

$$N = \frac{21086,96}{4500} = 4,69 \text{ Luminarias}$$

Número de luminarias N: 5 luminarias

Emplazamiento de las luminarias

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{5}{4,85}} \cdot 5,00 = 2,27 \approx 2$$

$$N_{largo} = 2,27 \cdot \frac{4,85}{5,00} = 2,20 \approx 2$$

Se colocarán en la zona: 2 columnas de 2 luminarias cada una y una central.

Iluminación horizontal en el plano de trabajo

Eje y\Eje X	(Valor en Lux)											
	0,8	1,1	1,5	1,9	2,3	2,7	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	0,4
4,4	241	277	305	314	312	302	300	310	315	307	277	245
4,1	273	317	351	364	355	342	337	354	360	354	324	280
3,7	293	346	366	386	388	375	375	383	390	365	353	303
3,3	302	353	387	405	402	390	385	401	405	390	359	312
3,0	300	350	383	402	398	392	389	401	404	387	354	307
2,6	290	333	366	384	391	388	393	389	387	373	344	300
2,2	292	335	371	389	396	387	388	389	390	371	343	305
1,9	302	351	384	403	400	389	387	398	402	388	355	309
1,5	302	354	381	405	403	384	385	399	408	386	357	310
1,1	293	341	362	381	382	369	366	380	387	363	350	300
0,7	267	309	341	351	348	336	337	347	350	351	317	277
0,4	233	270	294	307	307	297	296	303	305	296	272	238

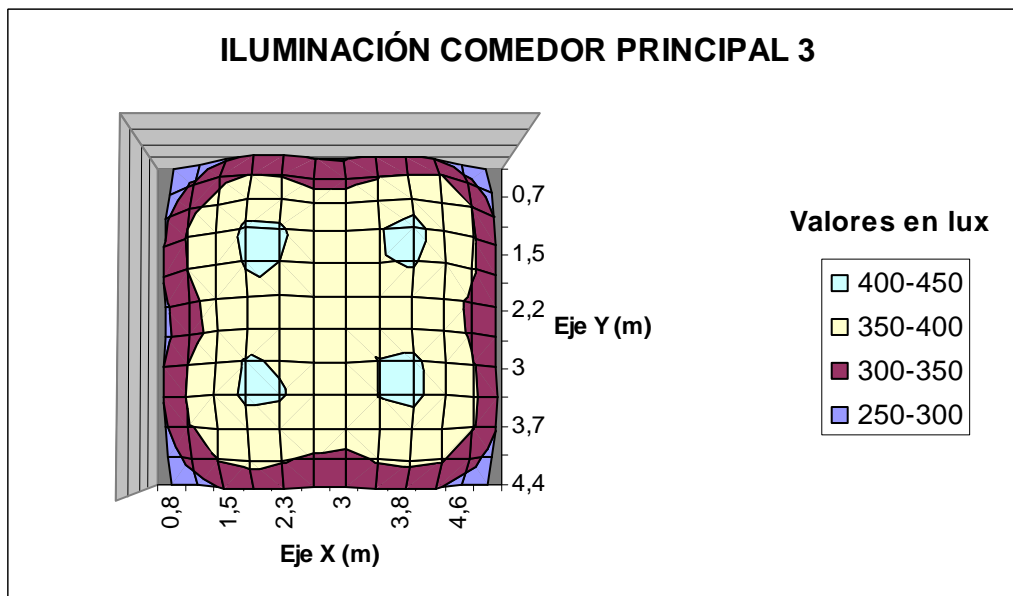


Gráfico 2.2.5. Mapa de iluminación en la zona del comedor principal 3.

Datos de iluminación en el plano de trabajo

Illuminancias totales: (Directa + Indirecta)

Media	Emed: 320,50 Lux
Mínima	Emin: 233,00 Lux
Máxima	Emax: 408,00 Lux

Illuminancia media:

$$E_m = \frac{5 \cdot 4.500 \cdot 0,46 \cdot 0,75}{5,00 \cdot 4,85} = 320,10 \geq 300$$

2.2.4.6. ZONA ESCALERAS

Características de la Instalación

Longitud: 4,70 m.	Altura suspensión: 0,00 m.
Anchura: 5,00 m.	Altura de cálculo: 2,40 m.
Altura: 3,25 m.	Altura plano trabajo: 0,85 m.

$$H = h + C + 0,85m$$

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85m)$$

$$h = 3,20 - (0 + 0,85) = 2,40\text{m}$$

Factores de reflexión

Factor de techo : 50 %

Factor de pared : 30 %

Factor de suelo : 30 %

Factor de mantenimientoFactor de mantenimiento (f_m): 0,75**Índice del local**

$$k = \frac{5,00 \cdot 4,70}{2,40 \cdot (5,00 + 4,70)} = 1,01$$

Factor de utilización

Elegimos para esta zona luminarias del tipo incandescentes.

Factor de utilización (η): 0,44**Flujo luminoso total necesario**

$$\Phi_t = \frac{200 \cdot 5,00 \cdot 4,70}{0,44 \cdot 0,75} = 14.242,42 \text{ Lúmenes}$$

Número de luminarias

$$N = \frac{14.242,42}{1.380} = 10,32 \text{ Luminarias}$$

Número de luminarias N: 11 luminarias**Emplazamiento de las luminarias**

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{11}{4,70}} \cdot 5,00 = 3,42 \approx 3$$

$$N_{largo} = 3,42 \cdot \frac{4,70}{5,00} = 3,21 \approx 3$$

Se colocarán en la zona: 3 columnas de 3 luminarias cada una y 2 en la pared del rellano de la escalera.

Iluminación horizontal en el plano de trabajo

Eje y\Eje X	(Valor en Lux)											
	0,8	1,1	1,5	1,9	2,3	2,7	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	0,4
4,3	186	194	199	212	217	221	221	218	215	200	194	187
4,0	192	199	214	220	225	228	229	225	221	216	200	193
3,6	196	212	220	226	231	235	235	232	227	222	214	198
3,2	209	218	226	232	237	241	242	238	232	226	220	211
2,9	213	223	232	237	242	248	248	244	238	233	225	216
2,5	216	224	233	241	246	250	251	247	242	235	227	217
2,2	215	225	233	240	246	250	251	247	241	235	226	217
1,8	213	222	231	236	243	247	247	243	238	233	225	215
1,4	200	217	225	231	236	240	241	238	231	226	219	210
1,1	196	212	220	226	231	235	234	231	227	220	213	198
0,7	192	200	213	219	224	227	228	225	221	214	200	193
0,4	184	192	199	212	216	220	220	217	212	199	193	187

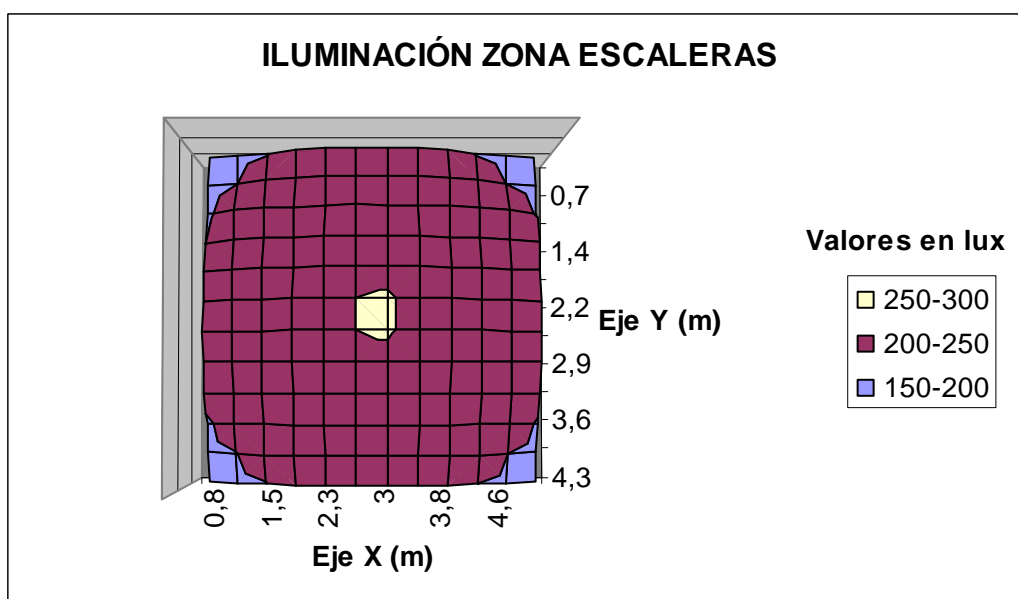


Gráfico 2.2.6. Mapa de iluminación en la zona de escaleras, acceso a la primera planta.

Datos de iluminación en el plano de trabajo

Iluminancias totales: (Directa + Indirecta)

Media	Emed: 217,50 Lux
Mínima	Emin: 184,00 Lux
Máxima	Emax: 251,00 Lux

Iluminancia media:

$$E_m = \frac{11 \cdot 1.380 \cdot 0,44 \cdot 0,75}{5,00 \cdot 4,70} = 213,17 \geq 200$$

2.2.4.7. ZONA EVACUACIÓN COMEDORES

Características de la Instalación

Longitud: 1,52 m.	Altura suspensión: 0,00 m.
Anchura: 9,70 m.	Altura de cálculo: 2,40 m.
Altura: 3,25 m.	Altura plano trabajo: 0,85 m.

$$H = h + C + 0,85m$$

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85m)$$

$$h = 3,25 - (0 + 0,85) = 2,40m$$

Factores de reflexión

Factor de techo : 50 %
Factor de pared : 30 %
Factor de suelo : 30 %

Factor de mantenimientoFactor de mantenimiento (f_m): 0,75**Índice del local**

$$k = \frac{9,70 \cdot 1,52}{2,40 \cdot (9,70 + 1,52)} = 0,55$$

Factor de utilización

Elegimos para esta zona luminarias del tipo fluorescente compacto.

Factor de utilización (η): 0,32

Flujo luminoso total necesario

$$\Phi_t = \frac{200 \cdot 9,70 \cdot 1,52}{0,32 \cdot 0,75} = 12.286,67 \text{ Lúmenes}$$

Número de luminarias

$$N = \frac{12286,67}{1800} = 6,83 \text{ Luminarias}$$

Número de luminarias N: 7 luminarias

Emplazamiento de las luminarias

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{7}{1,52}} \cdot 9,70 = 6,68 \approx 7$$

$$N_{largo} = 6,68 \cdot \frac{1,52}{9,70} = 1,05 \approx 1$$

Se colocarán en la zona: 1 fila de 7 luminarias.

Iluminación horizontal en el plano de trabajo

Eje y\Eje X	(Valor en Lux)											
	1,5	2,3	3,0	3,8	4,5	5,3	6,0	6,8	7,5	8,3	9,0	0,8
1,4	171	210	219	235	237	238	237	235	235	220	212	171
1,3	174	213	221	238	240	240	240	240	237	221	213	171
1,2	173	214	222	240	239	242	240	238	240	222	212	173
1,1	174	212	222	240	238	244	245	240	240	222	212	172
1,0	173	210	223	241	241	248	248	241	239	224	210	173
0,8	171	210	224	239	242	247	247	241	241	224	210	171
0,7	171	210	224	239	242	247	247	241	241	223	210	171
0,6	173	210	224	241	241	248	248	241	241	224	210	173

ANEXOS

0,5	174	212	223	240	240	246	246	240	240	222	212	174
0,4	173	213	222	240	238	246	244	238	241	222	213	173
0,2	174	213	221	237	239	242	242	239	239	221	213	172
0,1	173	212	220	235	237	242	241	237	234	220	212	173

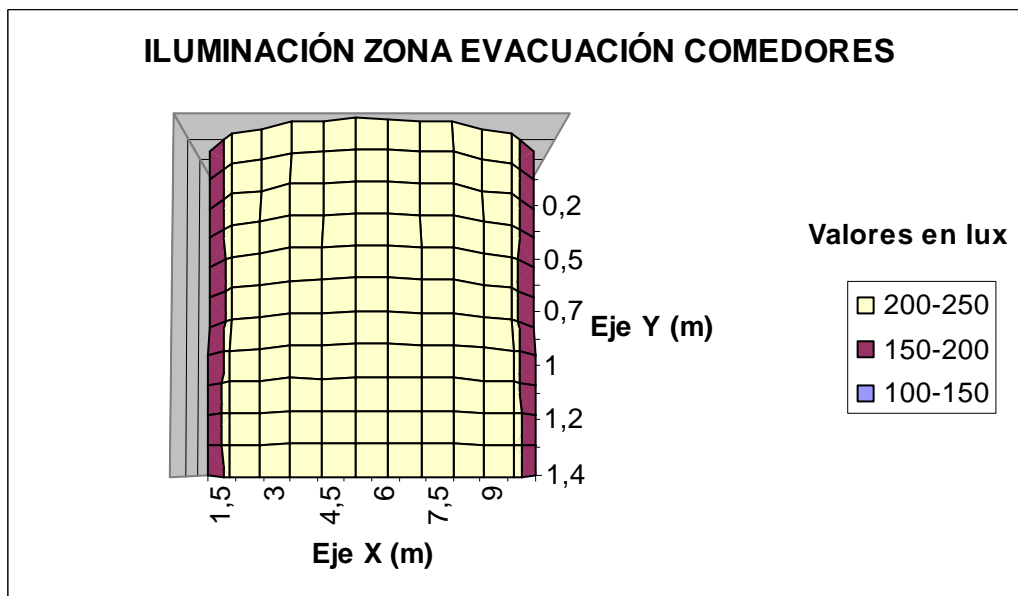


Gráfico 2.2.7. Mapa de iluminación en la zona del pasillo de evacuación del comedor principal.

Datos de iluminación en el plano de trabajo

Iluminancias totales: (Directa + Indirecta)

Media	Emed: 209,50 Lux
Mínima	Emin: 171,00 Lux
Máxima	Emax: 248,00 Lux

Iluminancia media:

$$E_m = \frac{7 \cdot 1.800 \cdot 0,32 \cdot 0,75}{9,70 \cdot 1,52} = 205,10 \geq 200$$

2.2.4.8. ZONA PASILLO LAVABOS

Características de la Instalación

Longitud: 8,04 m.	Altura suspensión: 0,00 m.
Anchura: 1,30 m.	Altura de cálculo: 2,40 m.

ANEXOS

Altura: 3,25 m.

Altura plano trabajo: 0,85 m.

$$H = h + C + 0,85\text{m}$$

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85\text{m})$$

$$h = 3,25 - (0 + 0,85) = 2,40\text{m}$$

Factores de reflexión

Factor de techo : 50 %

Factor de pared : 30 %

Factor de suelo : 30 %

Factor de mantenimientoFactor de mantenimiento (f_m): 0,75**Índice del local**

$$k = \frac{1,30 \cdot 8,04}{2,40 \cdot (1,30 + 8,04)} = 0,47$$

Factor de utilización

Elegimos para esta zona luminarias del tipo incandescentes.

Factor de utilización (η): 0,32**Flujo luminoso total necesario**

$$\Phi_t = \frac{200 \cdot 1,30 \cdot 8,04}{0,32 \cdot 0,75} = 8.710 \text{ Lúmenes}$$

Número de luminarias

$$N = \frac{8.710}{750} = 11,61 \text{ luminarias}$$

Número de luminarias N: 12 luminarias**Emplazamiento de las luminarias**

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{12}{8,04}} \cdot 1,30 = 1,39 \approx 1$$

$$N_{largo} = 1,39 \cdot \frac{8,04}{1,30} = 8,61 \approx 9$$

Se colocarán en la zona: 1 columna de 12 luminarias.

Iluminación horizontal en el plano de trabajo

Eje y\Eje X	(Valor en Lux)											
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	0,1
7,4	170	175	179	185	188	189	189	188	185	179	175	170
6,8	195	202	210	214	217	221	221	217	214	210	202	195
6,2	212	221	225	231	236	236	236	236	231	225	221	212
5,6	216	225	231	240	243	246	246	243	240	231	225	216
5,0	223	230	242	243	249	252	252	249	243	242	230	223
4,3	226	234	240	245	251	256	256	251	245	240	234	226
3,7	226	232	240	247	252	253	253	252	247	240	232	226
3,1	224	230	241	244	247	252	252	247	244	241	230	224
2,5	213	225	232	240	244	248	248	244	240	232	225	213
1,9	212	221	225	231	235	238	238	235	231	225	221	212
1,2	196	202	211	214	218	218	218	218	214	211	202	196
0,6	170	176	180	185	188	189	189	188	185	180	176	170

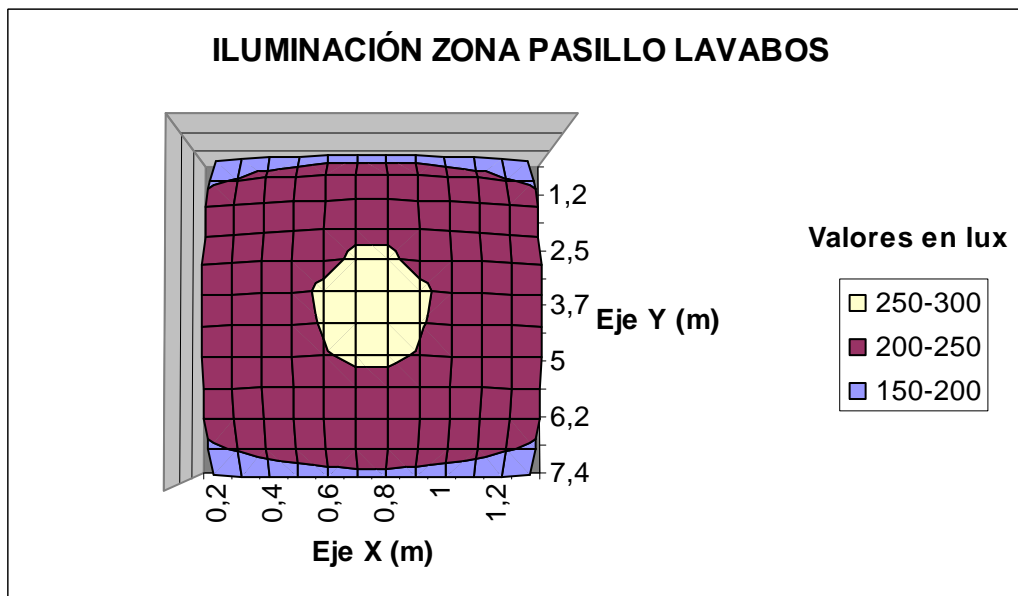


Gráfico 2.2.8. Mapa de iluminación en la zona del pasillo de lavabos.

Datos de iluminación en el plano de trabajo

Illuminancias totales: (Directa + Indirecta)

Media	Emed: 213,00 Lux
Mínima	Emin: 170,00 Lux
Máxima	Emax: 256,00 Lux

Illuminancia media:

$$E_m = \frac{12 \cdot 750 \cdot 0,32 \cdot 0,75}{1,30 \cdot 8,04} = 206,66 \geq 200$$

2.2.4.9. SALA LAVABO MINUSVÁLIDOS

Características de la Instalación

Longitud: 1,56 m.	Altura suspensión: 0,00 m.
Anchura: 3,30 m.	Altura de cálculo: 2,65 m.
Altura: 3,50 m.	Altura plano trabajo: 0,85 m.

$$H = h + C + 0,85m$$

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85m)$$

$$h = 3,25 - (0 + 0,85) = 2,40\text{m}$$

Factores de reflexión

Factor de techo : 50 %

Factor de pared : 30 %

Factor de suelo : 30 %

Factor de mantenimiento

Factor de mantenimiento (f_m): 0,75

Índice del local

$$k = \frac{3,30 \cdot 1,56}{2,40 \cdot (3,30 + 1,56)} = 0,44$$

Factor de utilización

Elegimos para esta zona luminarias del tipo incandescentes.

Factor de utilización (η): 0,32

Flujo luminoso total necesario

$$\Phi_t = \frac{150 \cdot 3,30 \cdot 1,56}{0,32 \cdot 0,75} = 3217,50 \text{ Lúmenes}$$

Número de luminarias

$$N = \frac{3.217,50}{750} = 4,29 \text{ Luminarias}$$

Número de luminarias N: 4 luminarias

Emplazamiento de las luminarias

$$N_{\text{ancho}} = \sqrt{\frac{4}{1,56}} \cdot 3,30 = 2,91 \approx 3$$

$$N_{\text{largo}} = 2,91 \cdot \frac{1,56}{3,30} = 1,37 \approx 1$$

Se colocarán en la zona: 2 columnas de 2 luminarias cada una.

Iluminación horizontal en el plano de trabajo

Eje y\Eje X	(Valor en Lux)											
	0,5	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,0	0,3
1,4	164	171	177	184	189	190	190	189	186	180	172	166
1,3	165	170	178	185	190	189	189	190	187	179	173	165
1,2	165	171	177	186	189	188	188	189	186	179	172	166
1,1	166	170	178	187	188	187	188	188	187	179	173	166
1,0	165	171	178	187	188	187	187	187	188	181	173	166
0,8	163	171	180	188	188	187	187	187	188	181	174	166
0,7	163	171	180	188	188	187	187	187	188	181	174	166
0,6	165	171	178	187	188	187	187	187	188	181	173	166
0,5	166	170	178	187	188	187	188	188	187	179	173	166
0,4	165	171	177	186	189	188	188	189	186	179	172	166
0,2	165	170	178	185	190	189	189	190	187	179	173	165
0,1	164	171	177	184	189	190	190	189	186	180	172	166

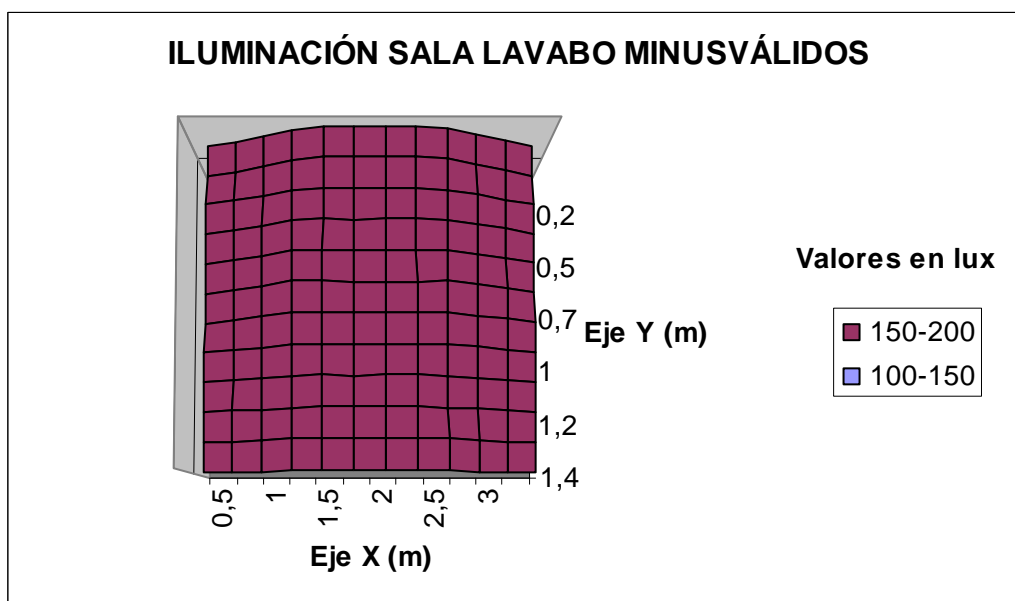


Gráfico 2.2.9. Mapa de iluminación en la sala lavabo minusválidos.

Datos de iluminación en el plano de trabajo

Iluminancias totales: (Directa + Indirecta)

Media	Emed: 176,50 Lux
Mínima	Emin: 163,00 Lux
Máxima	Emax: 190,00 Lux

Iluminancia media:

$$E_m = \frac{5 \cdot 750 \cdot 0,32 \cdot 0,75}{3,30 \cdot 1,56} = 174,83 \geq 150$$

2.2.4.10. SALA LAVABO CABALLEROS

Características de la Instalación

Longitud: 2,98 m.	Altura suspensión: 0,00 m.
Anchura: 3,30 m.	Altura de cálculo: 2,40 m.
Altura: 3,25 m.	Altura plano trabajo: 0,85 m.

$$H = h + C + 0,85m$$

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85m)$$

$$h = 3,25 - (0 + 0,85) = 2,40m$$

Factores de reflexión

Factor de techo : 50 %
Factor de pared : 30 %
Factor de suelo : 30 %

Factor de mantenimiento

Factor de mantenimiento (f_m): 0,75

Índice del local

$$k = \frac{3,30 \cdot 2,98}{2,40 \cdot (3,30 + 2,98)} = 0,65$$

Factor de utilización

Elegimos para esta zona luminarias del tipo incandescentes.

Factor de utilización (η): 0,32

Flujo luminoso total necesario

$$\Phi_t = \frac{150 \cdot 3,30 \cdot 2,98}{0,32 \cdot 0,75} = 6146,25 \text{ lúmenes}$$

Número de luminarias

$$N = \frac{6146,25}{750} = 8,20 \text{ luminarias}$$

Número de luminarias N: 9 luminarias

Emplazamiento de las luminarias

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{9}{2,98}} \cdot 3,30 = 3,16 \approx 3$$

$$N_{largo} = 3,16 \cdot \frac{2,98}{3,30} = 2,85 \approx 3$$

Se colocarán en la zona: 3 columnas de 3 luminarias cada una.

Iluminación horizontal en el plano de trabajo

Eje y \ Eje X	(Valor en Lux)											
	0,5	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,0	0,3
2,8	130	146	153	160	163	166	168	164	160	155	147	132
2,5	144	157	166	171	176	180	181	176	171	166	158	148
2,3	151	164	172	178	187	190	189	186	180	175	167	154
2,1	157	168	181	189	195	195	197	195	190	181	172	159
1,8	162	174	185	194	200	203	205	201	195	187	179	164
1,6	163	179	190	195	203	207	206	205	199	192	180	168
1,4	163	179	190	197	203	207	207	205	198	192	181	169
1,2	163	173	185	192	200	203	203	201	197	189	179	164
0,9	158	168	181	189	195	195	197	196	190	181	173	160
0,7	151	164	173	179	187	190	189	189	181	175	167	154

0,5	145	157	167	172	176	180	182	178	171	166	159	148
0,2	131	147	155	160	164	168	169	164	160	155	148	133

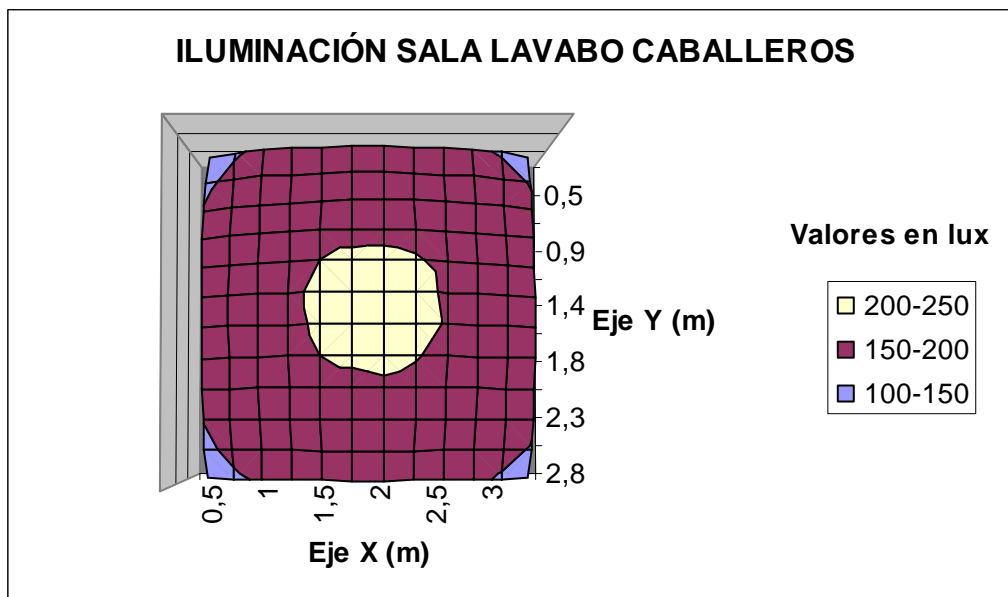


Gráfico 2.2.10. Mapa de iluminación en la sala lavabo caballeros planta baja.

Datos de iluminación en el plano de trabajo

Iluminancias totales: (Directa + Indirecta)

Media	Emed: 168,50 Lux
Mínima	Emin: 130,00 Lux
Máxima	Emax: 207,00 Lux

Iluminancia media:

$$E_m = \frac{9 \cdot 750 \cdot 0,32 \cdot 0,75}{3,30 \cdot 2,98} = 164,73 \geq 150$$

2.2.4.11. SALA LAVABO SEÑORAS

Características de la Instalación

Longitud: 3,21 m.	Altura suspensión: 0,00 m.
Anchura: 3,30 m.	Altura de cálculo: 2,40 m.
Altura : 3,25 m.	Altura plano trabajo: 0,85 m.

$$H = h + C + 0,85m$$

ANEXOS

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85m)$$

$$h = 3,25 - (0 + 0,85) = 2,40m$$

Factores de reflexión

Factor de techo : 50 %

Factor de pared : 30 %

Factor de suelo : 30 %

Factor de mantenimiento

Factor de mantenimiento (f_m): 0,75

Índice del local

$$k = \frac{3,30 \cdot 3,21}{2,40 \cdot (3,30 + 3,21)} = 0,68$$

Factor de utilización

Elegimos para esta zona luminarias del tipo incandescentes.

Factor de utilización (η): 0,32

Flujo luminoso total necesario

$$\Phi_t = \frac{150 \cdot 3,30 \cdot 3,21}{0,32 \cdot 0,75} = 6.620,63 \text{ Lúmenes}$$

Número de luminarias

$$N = \frac{6.620,63}{750} = 8,83 \text{ Luminarias}$$

Número de luminarias N: 9 luminarias

Emplazamiento de las luminarias

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{9}{3,21}} \cdot 3,30 = 3,04 \approx 3$$

$$N_{largo} = 3,04 \cdot \frac{3,21}{3,30} = 2,96 \approx 3$$

Se colocarán en la zona: 3 columnas de 3 luminarias cada una.

Iluminación horizontal en el plano de trabajo

Eje y \ Eje X	(Valor en Lux)											
	0,5	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,0	0,3
3,0	125	133	147	153	158	158	159	157	152	148	135	126
2,8	134	151	160	164	169	172	174	171	165	159	151	141
2,5	145	159	168	173	180	184	184	181	176	169	161	149
2,3	154	164	175	182	188	190	194	190	183	176	169	154
2,0	157	169	180	187	196	196	197	194	191	182	172	159
1,8	160	172	184	189	197	203	200	199	192	185	175	163
1,5	160	176	184	192	198	201	203	198	192	185	177	162
1,3	158	171	182	186	195	198	198	194	191	181	173	160
1,0	153	165	175	183	188	191	191	190	183	177	167	154
0,8	148	161	170	175	181	185	183	181	178	171	161	151
0,5	135	152	161	165	170	174	174	172	167	160	153	143
0,3	126	136	148	153	158	160	160	159	154	149	143	128

ILUMINACIÓN SALA LAVABO SEÑORAS

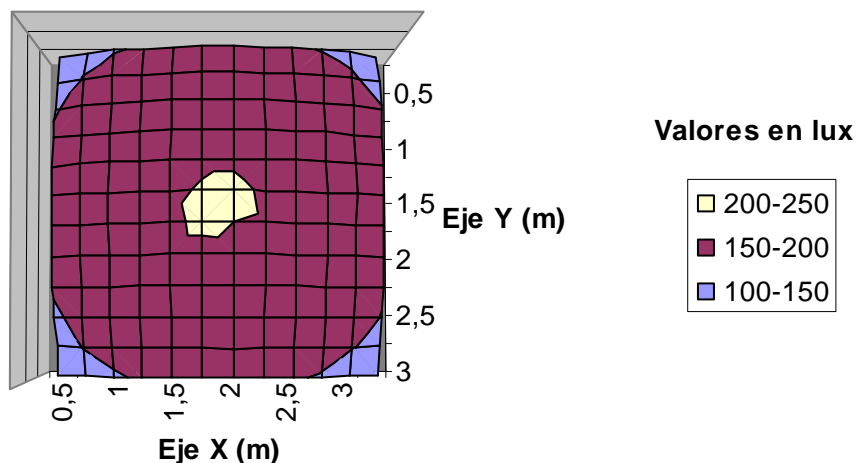


Gráfico 2.2.11. Mapa de iluminación en la sala lavabo señoras planta baja.

Datos de iluminación en el plano de trabajo

Iluminancias totales: (Directa + Indirecta)

Media	Emed: 164,00 Lux
Mínima	Emin: 125,00 Lux
Máxima	Emax: 203,00 Lux

Iluminancia media:

$$E_m = \frac{9 \cdot 750 \cdot 0,32 \cdot 0,75}{3,30 \cdot 3,21} = 152,93 \geq 150$$

2.2.4.12. ZONA COCINA

Características de la Instalación

Longitud: 4,75 m.	Altura suspensión: 0,30 m.
Anchura: 7,37 m.	Altura de cálculo: 2,10 m.
Altura: 3,25 m.	Altura plano trabajo: 0,85 m.

$$H = h + C + 0,85m$$

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85m)$$

$$h = 3,25 - (0,3 + 0,85) = 2,10m$$

Factores de reflexión

Factor de techo : 70 %

Factor de pared : 50 %

Factor de suelo : 50 %

Factor de mantenimiento

Factor de mantenimiento (f_m): 0,75

Índice del local

$$k = \frac{7,37 \cdot 4,75}{2,10 \cdot (7,37 + 4,75)} = 1,38$$

Factor de utilización

Elegimos para esta zona luminarias del tipo fluorescente.

Factor de utilización (η): 0,45

Flujo luminoso total necesario

$$\Phi_t = \frac{500 \cdot 7,37 \cdot 4,75}{0,45 \cdot 0,75} = 51.862,96 \text{ Lúmenes}$$

Número de luminarias

$$N = \frac{51862,96}{6900} = 7,52 \text{ luminarias}$$

Número de luminarias N: 8 luminarias

Emplazamiento de las luminarias

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{8}{4,75} \cdot 7,37} = 3,52 \approx 4$$

$$N_{largo} = 3,52 \cdot \frac{4,75}{7,37} = 2,27 \approx 2$$

Se colocarán en la zona: 4 columnas de 2 luminarias cada una.

Iluminación horizontal en el plano de trabajo

Eje y \ Eje X	(Valor en Lux)											
	1,1	1,7	2,3	2,9	3,4	4,0	4,6	5,1	5,7	6,3	6,8	0,6
4,4	441	468	492	511	524	530	530	520	510	491	466	440
4,1	459	491	517	539	549	558	556	549	534	509	487	458
3,7	474	508	538	558	574	583	581	573	556	535	507	473
3,3	491	524	552	575	589	597	596	593	578	552	522	484
3,0	499	534	563	588	603	610	610	606	588	561	530	492

ANEXOS

2,6	502	536	568	595	608	620	617	606	593	565	534	498
2,2	503	538	570	595	608	622	619	610	594	566	533	499
1,9	499	533	564	590	605	612	613	605	587	561	532	494
1,5	492	525	554	576	595	603	598	595	578	552	524	487
1,1	480	513	540	562	575	585	581	577	561	538	508	474
0,7	460	494	519	539	553	560	557	551	538	517	494	459
0,4	442	472	494	514	525	533	533	523	511	495	467	441

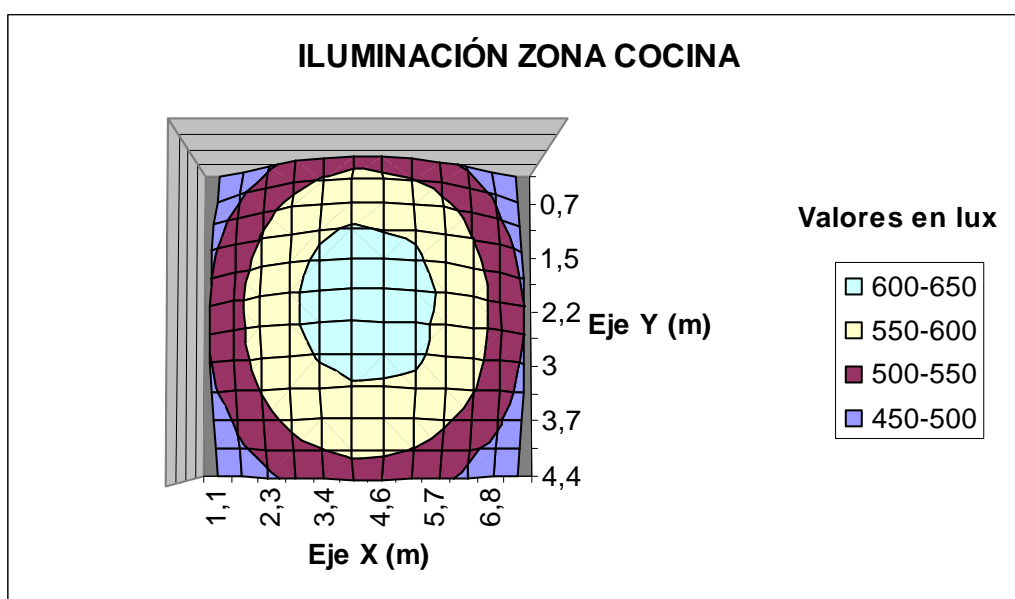


Gráfico 2.2.12. Mapa de iluminación en la zona de cocina.

Datos de iluminación en el plano de trabajo

Iluminancias totales: (Directa + Indirecta)

Media Emed: 531,00 Lux

Mínima Emin: 440,00 Lux

Máxima Emax: 622,00 Lux

Iluminancia media:

$$E_m = \frac{8 \cdot 6.900 \cdot 0,45 \cdot 0,75}{7,37 \cdot 4,75} = 532,17 \geq 500$$

2.2.4.13. ZONA PASO COCINA

Características de la Instalación

Longitud: 5,00 m.

Altura suspensión: 0,00 m.

Anchura: 1,80 m.

Altura de cálculo: 2,40 m.

Altura : 3,25 m.

Altura plano trabajo: 0,85 m.

$$H = h + C + 0,85\text{m}$$

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85\text{m})$$

$$h = 3,25 - (0 + 0,85) = 2,40\text{m}$$

Factores de reflexión

Factor de techo : 70 %

Factor de pared : 50 %

Factor de suelo : 50 %

Factor de mantenimiento

Factor de mantenimiento (f_m): 0,75

Índice del local

$$k = \frac{1,80 \cdot 5,00}{2,40 \cdot (1,80 + 5,00)} = 0,50$$

Factor de utilización

Elegimos para esta zona luminarias del tipo fluorescente compacto.

Factor de utilización (η): 0,38

Flujo luminoso total necesario

$$\Phi_t = \frac{500 \cdot 1,80 \cdot 5,00}{0,38 \cdot 0,75} = 6.315,79 \text{ Lúmenes}$$

Número de luminarias

$$N = \frac{6.315,79}{1.800} = 3,51 \text{ Luminarias}$$

Número de luminarias N: 4 luminarias

Emplazamiento de las luminarias

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{5}{5,00}} \cdot 1,80 = 1,34 \approx 1$$

$$N_{largo} = 1,34 \cdot \frac{5,00}{1,80} = 3,73 \approx 4$$

Se colocarán en la zona: 1 columna de 4 luminarias.

Iluminación horizontal en el plano de trabajo

Eje y\Eje X	(Valor en Lux)											
	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	0,1
4,6	200	199	201	200	199	199	199	199	200	201	199	200
4,2	209	208	208	208	208	208	208	208	208	208	208	209
3,8	219	218	219	220	219	219	219	219	219	219	219	218
3,4	229	228	228	227	226	226	226	227	227	227	228	228
3,0	232	232	231	232	232	232	232	232	232	232	231	232
2,7	235	235	235	235	234	234	234	234	235	235	235	235
2,3	235	235	235	235	235	235	235	236	235	235	235	234
1,9	230	231	231	231	231	232	232	231	231	231	232	231
1,5	228	226	226	226	225	225	225	225	227	227	226	228
1,1	218	217	216	217	216	217	217	216	217	217	217	218
0,8	208	206	207	206	205	205	205	205	206	207	207	207
0,4	199	198	198	198	198	198	198	197	197	198	198	198

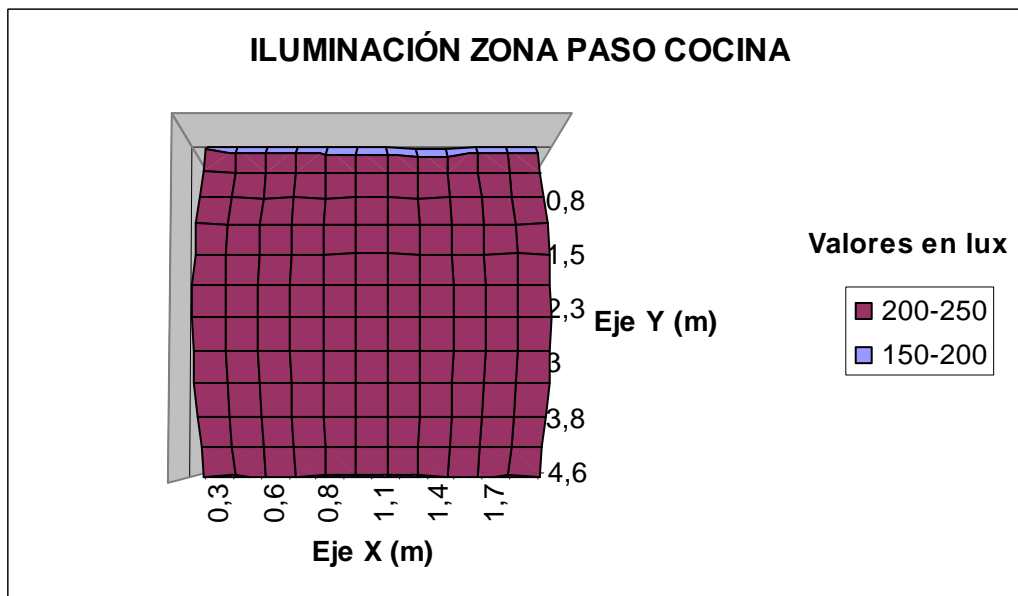


Gráfico 2.2.13. Mapa de iluminación en la zona de paso de cocina.

Datos de iluminación en el plano de trabajo

Illuminancias totales: (Directa + Indirecta)

Media	Emed: 216,50 Lux
Mínima	Emin: 197,00 Lux
Máxima	Emax: 236,00 Lux

Illuminancia media:

$$E_m = \frac{4 \cdot 1.800 \cdot 0,38 \cdot 0,75}{1,80 \cdot 5,00} = 228,00 \geq 200$$

2.2.4.14. ZONA ESTANTERÍAS COCINA

Características de la Instalación

Longitud: 2,00 m.	Altura suspensión: 0,00 m.
Anchura: 1,90 m.	Altura de cálculo: 2,40 m.
Altura: 3,25 m.	Altura plano trabajo: 0,85 m.

$$H = h + C + 0,85m$$

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85m)$$

$$h = 3,25 - (0 + 0,85) = 2,40\text{m}$$

Factores de reflexión

Factor de techo : 70 %

Factor de pared : 50 %

Factor de suelo : 50 %

Factor de mantenimiento

Factor de mantenimiento (f_m): 0,75

Índice del local

$$k = \frac{1,90 \cdot 2,00}{2,40 \cdot (1,90 + 2,00)} = 0,41$$

Factor de utilización

Elegimos para esta zona luminarias del tipo fluorescente compacto.

Factor de utilización (η): 0,38

Flujo luminoso total necesario

$$\Phi_t = \frac{500 \cdot 1,90 \cdot 2,00}{0,38 \cdot 0,75} = 6.666,67 \text{ Lúmenes}$$

Número de luminarias

$$N = \frac{6.666,67}{1.800} = 3,70 \text{ Luminarias}$$

Número de luminarias N: 4 luminarias

Emplazamiento de las luminarias

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{5}{2,00}} \cdot 1,90 = 2,18 \approx 2$$

$$N_{largo} = 2,18 \cdot \frac{2,00}{1,90} = 2,29 \approx 2$$

Se colocarán en la zona: 2 columnas de 2 luminarias.

Iluminación horizontal en el plano de trabajo

Eje y\Eje X	(Valor en Lux)											
	0,3	0,5	0,6	0,8	0,9	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	0,2
1,8	428	440	450	462	464	468	468	467	457	447	435	427
1,7	438	449	459	472	475	477	476	475	469	457	447	433
1,5	447	460	469	486	489	488	490	487	480	470	461	448
1,4	460	473	484	497	503	504	506	505	497	479	469	455
1,2	469	479	492	506	515	523	520	514	503	487	476	465
1,1	471	481	489	506	523	528	528	518	499	489	478	469
0,9	470	479	491	508	520	527	528	518	501	486	476	466
0,8	467	479	490	506	514	517	515	511	501	488	474	464
0,6	455	468	478	494	497	498	500	500	491	478	466	455
0,5	445	458	464	481	484	483	485	482	478	465	456	443
0,3	433	447	455	468	470	476	473	471	465	453	442	432
0,2	422	433	443	455	464	466	465	464	450	440	433	423

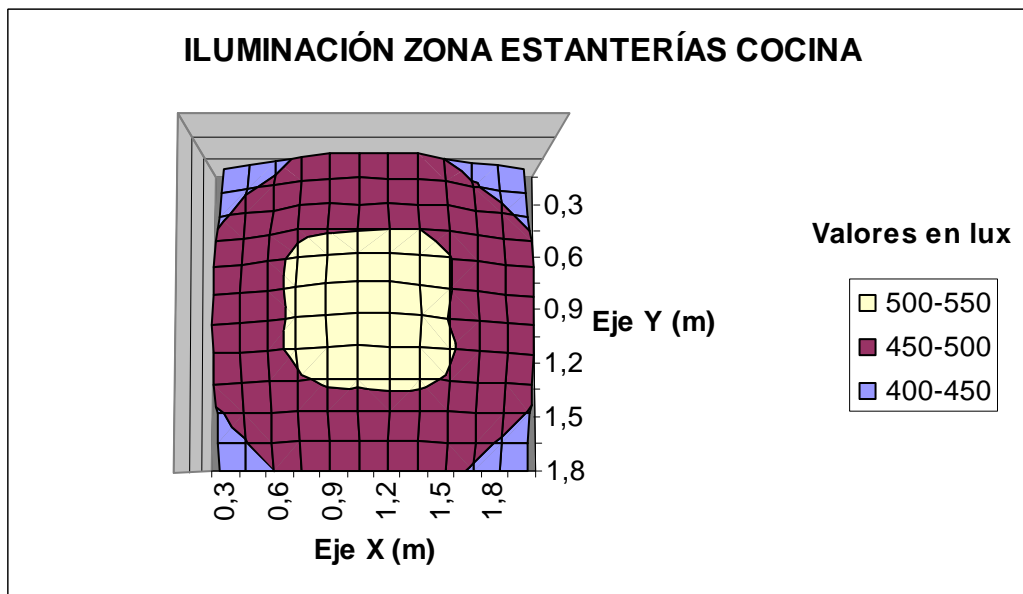


Gráfico 2.2.14. Mapa de iluminación en la zona de estanterías de cocina.

Datos de iluminación en el plano de trabajo

Iluminancias totales: (Directa + Indirecta)

Media Emed: 510,00 Lux

Mínima Emin: 435,00 Lux

Máxima Emax: 556,00 Lux

Iluminancia media:

$$E_m = \frac{4 \cdot 1800 \cdot 0,38 \cdot 0,75}{1,90 \cdot 2,00} = 540 \geq 500$$

2.2.4.15. SALA REPOSTERÍA

Características de la Instalación

Longitud: 2,90 m. Altura suspensión : 0,30 m.

Anchura: 2,10 m. Altura de cálculo : 2,10 m.

Altura: 3,25 m. Altura plano trabajo : 0,85 m.

$$H = h + C + 0,85m$$

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85m)$$

$$h = 3,25 - (0,3 + 0,85) = 2,10\text{m}$$

Factores de reflexión

Factor de techo : 70 %

Factor de pared : 50 %

Factor de suelo : 50 %

Factor de mantenimiento

Factor de mantenimiento (f_m): 0,75

Índice del local

$$k = \frac{2,10 \cdot 2,90}{2,10 \cdot (2,10 + 2,90)} = 0,58$$

Factor de utilización

Elegimos para esta zona luminarias del tipo fluorescente.

Factor de utilización (η): 0,28

Flujo luminoso total necesario

$$\Phi_t = \frac{500 \cdot 2,10 \cdot 2,90}{0,28 \cdot 0,75} = 14.500 \text{ Lúmenes}$$

Número de luminarias

$$N = \frac{14.500}{6.900} = 2,10 \text{ Luminarias}$$

Número de luminarias N: 2 luminarias

Emplazamiento de las luminarias

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{2}{2,90}} \cdot 2,10 = 1,20 \approx 1$$

$$N_{largo} = 1,20 \cdot \frac{2,90}{2,10} = 1,66 \approx 2$$

Se colocarán en la zona: 1 columna de 2 luminarias.

Iluminación horizontal en el plano de trabajo

Eje y\Eje X	(Valor en Lux)											
	0,3	0,5	0,6	0,8	1,0	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,9	0,2
2,6	450	465	477	482	493	495	495	493	488	477	465	459
2,4	473	485	499	506	517	520	520	518	512	502	488	473
2,2	490	503	516	527	533	537	538	535	527	516	503	493
2,0	503	516	526	538	549	552	552	549	541	529	516	503
1,8	508	523	537	546	555	561	561	555	551	537	523	508
1,5	514	530	540	553	559	565	565	559	553	543	530	514
1,3	510	525	540	549	558	564	564	558	552	543	529	510
1,1	508	519	537	546	551	560	560	553	549	537	522	508
0,9	498	512	525	536	545	549	549	546	536	525	512	498
0,7	484	499	512	523	529	537	537	529	523	512	499	487
0,4	464	479	493	504	511	513	513	511	506	493	485	473
0,2	450	462	469	480	485	488	488	485	482	472	462	450

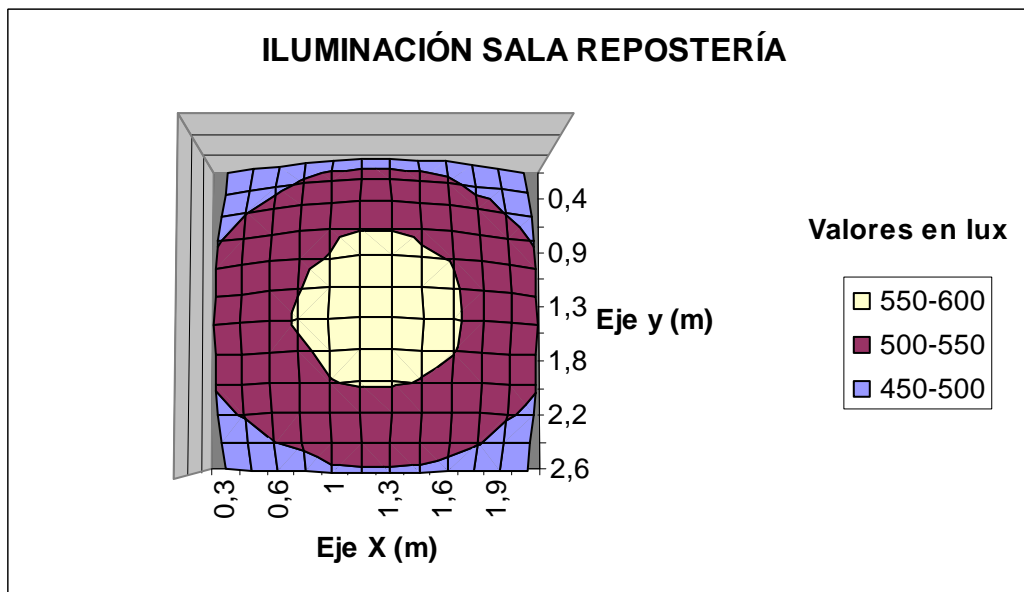


Gráfico 2.2.15. Mapa de iluminación en la sala de repostería.

Datos de iluminación en el plano de trabajo

Iluminancias totales: (Directa + Indirecta)

Media	Emed: 507,50 Lux
Mínima	Emin: 450,00 Lux
Máxima	Emax: 565,00 Lux

Iluminancia media:

$$E_m = \frac{2 \cdot 6900 \cdot 0,28 \cdot 0,75}{2,10 \cdot 2,90} = 475,86 \approx 500$$

A pesar que la iluminancia media sea inferior a la considerada mediante las tablas según la zona a iluminar, no se ha decidido coger un nº de luminarias mayor para suplir este efecto, puesto que cogiendo una luminaria de más la iluminancia media se incrementaría demasiado para la zona de estudio.

2.2.4.16. SALA PREPARACIÓN PLATOS FRÍOS

Características de la Instalación

Longitud: 2,00 m.	Altura suspensión: 0,30 m.
Anchura: 3,27 m.	Altura de cálculo: 2,10 m.
Altura: 3,25 m.	Altura plano trabajo: 0,85 m.

$$H = h + C + 0,85m$$

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85m)$$

$$h = 3,25 - (0,3 + 0,85) = 2,10m$$

Factores de reflexión

Factor de techo : 70 %

Factor de pared : 50 %

Factor de suelo : 50 %

Factor de mantenimiento

Factor de mantenimiento (f_m): 0,75

Índice del local

$$k = \frac{3,27 \cdot 2,00}{2,10 \cdot (3,27 + 2,00)} = 0,59$$

Factor de utilización

Elegimos para esta zona luminarias del tipo fluorescente.

Factor de utilización (η): 0,28

Flujo luminoso total necesario

$$\Phi_t = \frac{500 \cdot 3,27 \cdot 2,00}{0,28 \cdot 0,75} = 15.571,43 \text{ Lúmenes}$$

Número de luminarias

$$N = \frac{15.571,43}{6.900} = 2,26 \text{ Luminarias}$$

Número de luminarias N: 2 luminarias

Emplazamiento de las luminarias

ANEXOS

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{2}{2,00}} \cdot 3,27 = 1,81 \approx 2$$

$$N_{largo} = 1,81 \cdot \frac{2,00}{3,27} = 1,11 \approx 1$$

Se colocarán en la zona: 2 columnas de 1 luminaria cada una.

Iluminación horizontal en el plano de trabajo

Eje y\Eje X	(Valor en Lux)											
	0,5	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,0	0,3
1,8	427	448	467	485	495	498	498	495	485	472	453	432
1,7	439	459	481	498	506	513	513	506	498	487	459	439
1,5	445	473	492	506	516	524	524	520	511	492	473	449
1,4	452	478	499	515	526	531	531	526	515	504	478	455
1,2	455	482	510	521	530	537	537	532	524	510	487	458
1,1	458	484	512	527	537	540	537	535	527	513	489	465
0,9	458	484	512	527	535	540	537	535	525	512	489	463
0,8	455	480	508	519	528	534	537	532	524	508	487	458
0,6	452	475	496	515	526	531	531	523	513	502	475	452
0,5	442	465	489	504	516	516	521	513	508	489	470	446
0,3	435	456	478	491	502	509	505	502	496	478	459	435
0,2	424	445	464	481	487	498	493	492	482	464	445	429

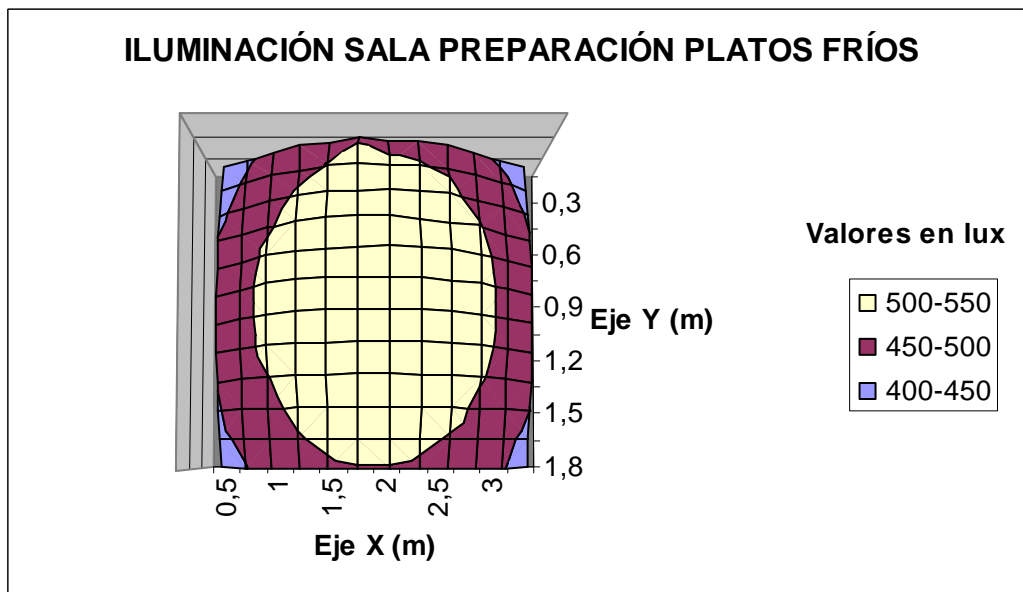


Gráfico 2.2.16. Mapa de iluminación en la sala de preparación de platos fríos.

Datos de iluminación en el plano de trabajo

Iluminancias totales: (Directa + Indirecta)

Media	Emed: 482,00 Lux
Mínima	Emin: 424,00 Lux
Máxima	Emax: 540,00 Lux

Iluminancia media:

$$E_m = \frac{2 \cdot 6.900 \cdot 0,28 \cdot 0,75}{3,27 \cdot 2,00} = 443,12 \approx 500$$

A pesar que la iluminancia media sea inferior a la considerada mediante las tablas según la zona a iluminar, no se ha decidido coger un nº de luminarias mayor para suplir este efecto, puesto que cogiendo una luminaria de más la iluminancia media se incrementaría demasiado para la zona de estudio.

2.2.4.17. SALA LAVADO

Características de la Instalación

Longitud: 2,80 m.	Altura suspensión: 0,30 m.
Anchura: 3,27 m.	Altura de cálculo: 2,10 m.
Altura: 3,25 m.	Altura plano trabajo: 0,85 m.

$$H = h + C + 0,85m$$

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85m)$$

$$h = 3,25 - (0,3 + 0,85) = 2,10m$$

Factores de reflexión

Factor de techo : 70 %

Factor de pared : 50 %

Factor de suelo : 50 %

Factor de mantenimiento

Factor de mantenimiento (f_m): 0,75

Índice del local

$$k = \frac{3,27 \cdot 2,80}{2,10 \cdot (3,27 + 2,80)} = 0,72$$

Factor de utilización

Elegimos para esta zona luminarias del tipo fluorescente.

Factor de utilización (η): 0,35

Flujo luminoso total necesario

$$\Phi_t = \frac{500 \cdot 3,27 \cdot 2,80}{0,35 \cdot 0,75} = 17.440 \text{ Lúmenes}$$

Número de luminarias

$$N = \frac{17.440}{6.900} = 2,53 \text{ Luminarias}$$

Número de luminarias N: 3 luminarias

Emplazamiento de las luminarias

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{3}{2,80}} \cdot 3,27 = 1,87 \approx 2$$

$$N_{largo} = 1,87 \cdot \frac{2,80}{3,27} = 1,60 \approx 1$$

Se colocarán en la zona: 3 columnas de 1 luminaria cada una.

Iluminación horizontal en el plano de trabajo

Eje y\Eje X	(Valor en Lux)											
	0,5	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,0	0,3
2,6	453	466	478	493	498	501	503	498	493	485	466	453
2,4	469	481	500	509	516	518	521	516	509	500	484	469
2,2	478	498	515	523	531	535	537	532	528	515	498	484
2,0	492	512	527	537	543	552	552	546	538	527	512	492
1,8	502	518	534	546	555	560	560	556	549	535	522	502
1,5	505	528	539	554	562	565	567	560	552	543	528	505
1,3	505	528	542	554	562	565	568	562	552	543	528	508
1,1	502	519	536	548	557	563	561	559	549	539	525	503
0,9	493	513	528	540	550	553	553	548	541	530	513	497
0,7	486	503	516	529	536	542	540	536	528	519	506	486
0,4	471	486	502	514	520	526	523	523	517	505	490	471
0,2	456	471	487	498	503	506	506	503	498	487	474	459

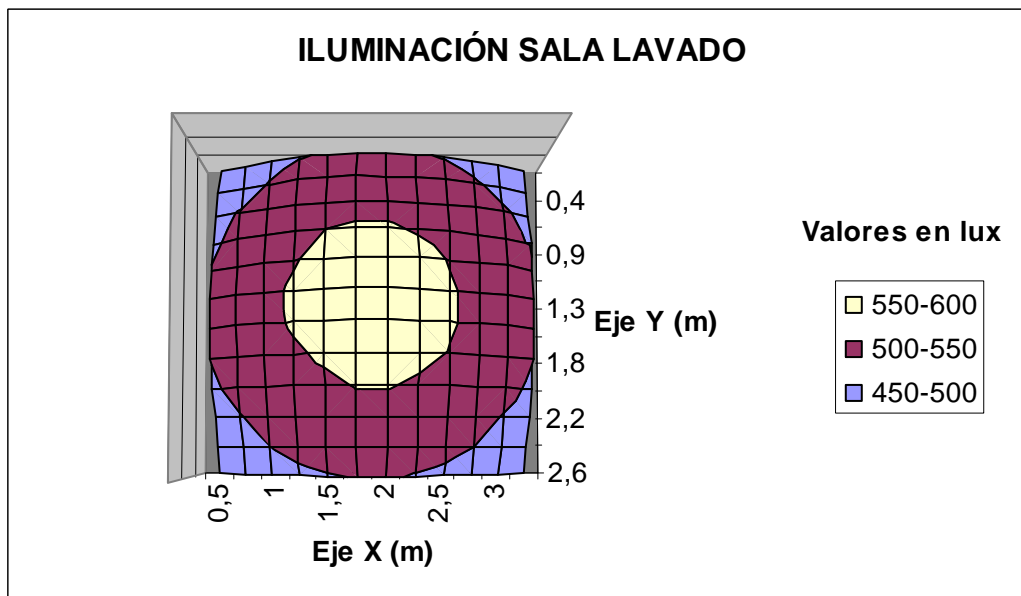


Gráfico 2.2.17. Mapa de iluminación en la sala de lavado.

Datos de iluminación en el plano de trabajo

Illuminancias totales: (Directa + Indirecta)

Media	Emed: 510,50 Lux
Mínima	Emin: 453,00 Lux
Máxima	Emax: 568,00 Lux

Illuminancia media:

$$E_m = \frac{3 \cdot 6.900 \cdot 0,35 \cdot 0,75}{3,27 \cdot 2,80} = 593,46 \approx 500$$

2.2.4.18. SALA DE MANTENIMIENTO

Características de la Instalación

Longitud: 1,20 m.	Altura suspensión: 0,00 m.
Anchura: 3,00 m.	Altura de cálculo: 2,40 m.
Altura: 3,25 m.	Altura plano trabajo : 0,85 m.

$$H = h + C + 0,85m$$

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85m)$$

$$h = 3,25 - (0 + 0,85) = 2,40\text{m}$$

Factores de reflexión

Factor de techo : 50 %

Factor de pared : 30 %

Factor de suelo : 30 %

Factor de mantenimiento

Factor de mantenimiento (f_m): 0,75

Índice del local

$$k = \frac{3,00 \cdot 1,20}{2,40 \cdot (3,00 + 1,20)} = 0,36$$

Factor de utilización

Elegimos para esta zona luminarias del tipo incandescente.

Factor de utilización (η): 0,32

Flujo luminoso total necesario

$$\Phi_t = \frac{200 \cdot 3,00 \cdot 1,20}{0,32 \cdot 0,75} = 3.000 \text{ Lúmenes}$$

Número de luminarias

$$N = \frac{3.000}{1.380} = 2,17 \text{ Luminarias}$$

Número de luminarias N: 2 luminarias

Emplazamiento de las luminarias

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{2}{1,20}} \cdot 3,00 = 2,24 \approx 2$$

$$N_{largo} = 2,24 \cdot \frac{1,20}{3,00} = 0,89 \approx 1$$

Se colocarán en la zona: 2 columnas de 1 luminaria cada una.

Iluminación horizontal en el plano de trabajo

Eje y\Eje X	(Valor en Lux)											
	0,5	0,7	0,9	1,2	1,4	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5	2,8	0,2
1,1	164	170	176	190	206	220	223	206	190	179	170	164
1,0	164	167	179	189	205	223	223	205	192	179	167	164
0,9	163	170	179	193	207	222	222	207	192	179	170	165
0,8	164	170	179	192	206	221	221	206	192	179	170	164
0,7	163	170	179	192	206	221	221	210	192	182	170	163
0,6	163	170	181	192	206	220	221	210	196	181	170	163
0,5	163	170	178	192	206	220	221	210	192	182	170	163
0,5	164	170	179	192	206	221	221	206	192	182	170	163
0,4	161	170	179	192	206	221	221	206	192	179	170	164
0,3	163	170	179	192	207	222	222	207	192	179	170	163
0,2	164	168	179	189	205	223	223	205	189	179	168	164
0,1	164	170	177	190	204	220	220	207	191	177	170	164

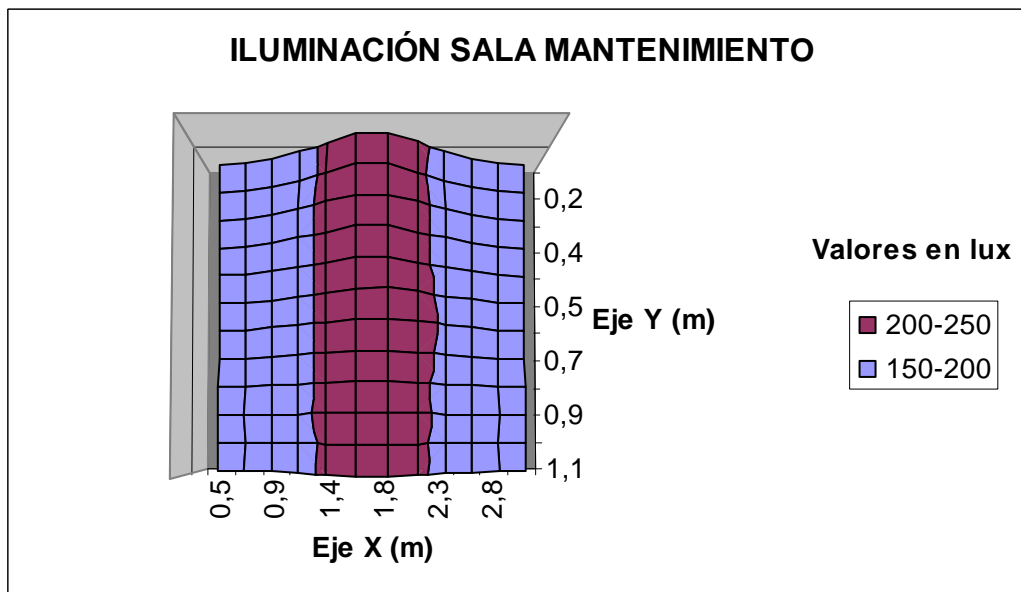


Gráfico 2.2.18. Mapa de iluminación en la sala de mantenimiento.

Datos de iluminación en el plano de trabajo

Illuminancias totales: (Directa + Indirecta)

Media	Emed: 192,00 Lux
Mínima	Emin: 161,00 Lux
Máxima	Emax: 223,00 Lux

Illuminancia media:

$$E_m = \frac{2 \cdot 1.380 \cdot 0,32 \cdot 0,75}{3,00 \cdot 1,20} = 184,00 \approx 200$$

A pesar que la iluminancia media sea inferior a la considerada mediante las tablas según la zona a iluminar, no se ha decidido coger un nº de luminarias mayor para suplir este efecto, puesto que cogiendo una luminaria de más la iluminancia media se incrementaría demasiado para la zona de estudio.

2.2.4.19. SALA ALMACÉN

Características de la Instalación

Longitud: 2,09 m.	Altura suspensión: 0,00 m.
Anchura: 3,00 m.	Altura de cálculo: 2,40 m.
Altura: 3,25 m.	Altura plano trabajo: 0,85 m.

$$H = h + C + 0,85m$$

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85m)$$

$$h = 3,25 - (0 + 0,85) = 2,40m$$

Factores de reflexión

Factor de techo : 50 %

Factor de pared : 30 %

Factor de suelo : 30 %

Factor de mantenimiento

Factor de mantenimiento (f_m): 0,75

Índice del local

$$k = \frac{3,00 \cdot 2,09}{2,40 \cdot (3,00 + 2,09)} = 0,51$$

Factor de utilización

Elegiremos para esta zona luminarias del tipo fluorescente.

Factor de utilización (η): 0,21

Flujo luminoso total necesario

$$\Phi_t = \frac{200 \cdot 3,00 \cdot 2,09}{0,21 \cdot 0,75} = 7.961,90 \text{ Lúmenes}$$

Número de luminarias

$$N = \frac{7.961,90}{3.350} = 2,38 \text{ Luminarias}$$

Número de luminarias N: 3 luminarias

Emplazamiento de las luminarias

ANEXOS

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{3}{2,09}} \cdot 3,00 = 2,07 \approx 2$$

$$N_{largo} = 2,07 \cdot \frac{2,09}{3,00} = 1,45 \approx 1$$

Se colocarán en la zona: 3 columnas de 1 luminaria cada una.

Iluminación horizontal en el plano de trabajo

Eje y\Eje X	(Valor en Lux)											
	0,5	0,7	0,9	1,2	1,4	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5	2,8	0,2
1,9	190	201	212	219	225	226	226	225	219	212	201	190
1,8	199	214	223	231	238	242	242	236	233	223	214	199
1,6	208	221	234	244	249	253	253	249	244	234	223	208
1,4	217	233	245	253	260	265	263	260	255	245	233	217
1,3	221	239	250	262	267	272	270	267	262	250	239	221
1,1	225	241	255	265	271	274	276	271	265	255	241	225
1,0	224	241	255	265	271	273	276	271	265	255	241	225
0,8	220	236	250	262	267	272	270	267	262	250	238	221
0,6	215	230	245	253	260	262	262	258	251	243	232	217
0,5	206	221	233	244	249	253	253	248	244	233	221	208
0,3	197	212	222	231	236	238	240	236	231	223	212	197
0,2	188	201	212	217	225	226	226	225	219	212	201	188

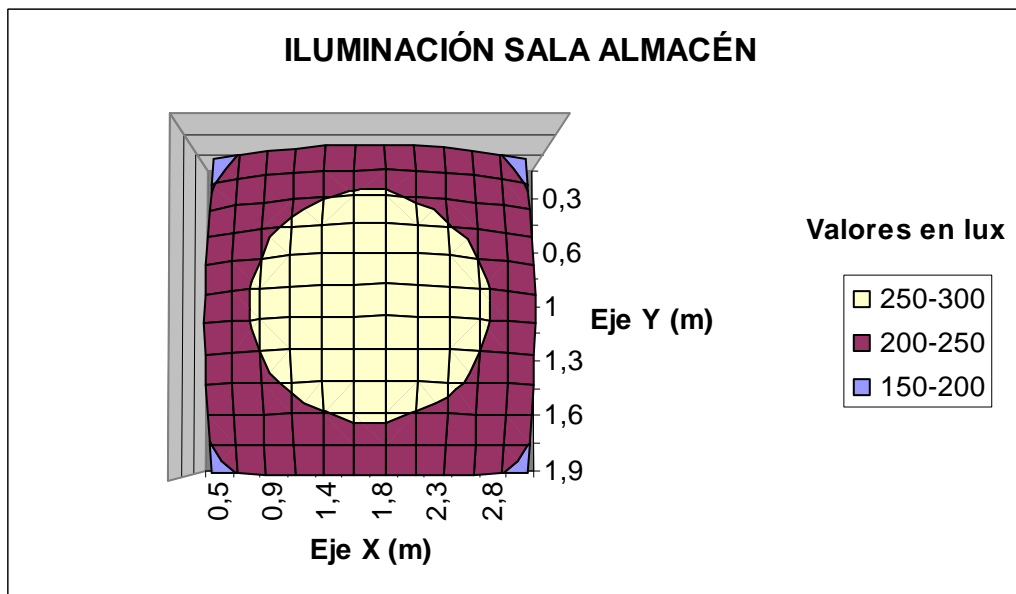


Gráfico 2.2.19. Mapa de iluminación en la sala de almacén.

Datos de iluminación en el plano de trabajo

Iluminancias totales: (Directa + Indirecta)

Media	Emed: 232,00 Lux
Mínima	Emin: 188,00 Lux
Máxima	Emax: 276,00 Lux

Iluminancia media:

$$E_m = \frac{3 \cdot 3350 \cdot 0,21 \cdot 0,75}{3,00 \cdot 2,09} = 252,45 \geq 200$$

2.2.4.20. ZONA PASILLO CÁMARAS

Características de la Instalación

Longitud: 8,75 m.	Altura suspensión: 0,00 m.
Anchura: 1,20 m.	Altura de cálculo: 2,40 m.
Altura: 3,25 m.	Altura plano trabajo: 0,85 m.

$$H = h + C + 0,85m$$

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85m)$$

$$h = 3,25 - (0 + 0,85) = 2,40\text{m}$$

Factores de reflexión

Factor de techo : 50 %

Factor de pared : 30 %

Factor de suelo : 30 %

Factor de mantenimiento

Factor de mantenimiento (f_m): 0,75

Índice del local

$$k = \frac{1,20 \cdot 8,75}{2,40 \cdot (1,20 + 8,75)} = 0,44$$

Factor de utilización

Elegiremos para esta zona luminarias del tipo incandescente.

Factor de utilización (η): 0,32

Flujo luminoso total necesario

$$\Phi_t = \frac{200 \cdot 1,20 \cdot 8,75}{0,32 \cdot 0,75} = 8.750,00 \text{ Lúmenes}$$

Número de luminarias

$$N = \frac{8.750}{1.380} = 6,34 \text{ Luminarias}$$

Número de luminarias N: 7 luminarias

Emplazamiento de las luminarias

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{7}{8,75}} \cdot 1,20 = 0,98 \approx 1$$

$$N_{largo} = 0,98 \cdot \frac{8,75}{1,20} = 7,14 \approx 7$$

Se colocarán en la zona: 1 columna de 7 luminarias.

Iluminación horizontal en el plano de trabajo

Eje y\Eje X	(Valor en Lux)											
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	0,1
8,0	187	189	189	189	188	188	188	188	189	189	189	187
7,4	217	216	214	214	214	216	216	214	214	214	215	217
6,7	245	245	245	247	247	246	246	247	247	245	245	245
6,0	255	254	256	258	258	258	258	258	258	256	254	255
5,4	266	268	268	268	267	270	270	270	268	268	268	268
4,7	266	266	270	269	269	269	269	269	269	269	266	266
4,0	263	264	266	266	266	269	269	266	266	266	264	262
3,4	265	266	268	270	270	270	271	270	270	270	268	265
2,7	252	251	253	255	255	257	257	255	255	253	251	252
2,0	243	245	245	247	247	248	248	249	247	247	245	243
1,3	213	214	213	214	213	213	213	213	213	214	213	212
0,7	185	185	185	189	189	188	188	188	189	189	185	185

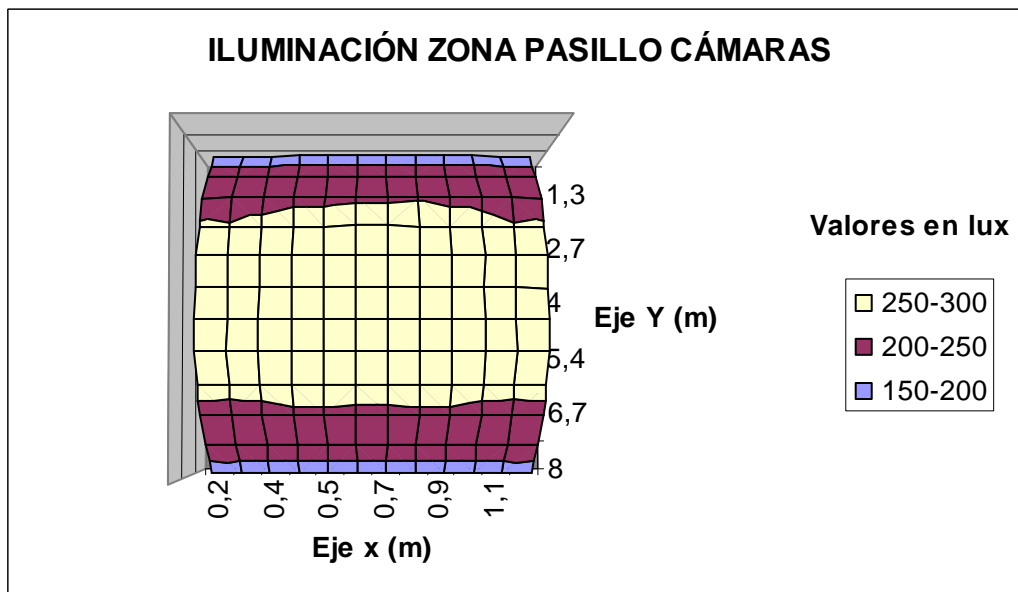


Gráfico 2.2.20. Mapa de iluminación en la zona pasillo cámaras.

Datos de iluminación en el plano de trabajo

Iluminancias totales: (Directa + Indirecta)

Media	Emed: 228,00 Lux
Mínima	Emin: 185,00 Lux
Máxima	Emax: 271,00 Lux

Iluminancia media:

$$E_m = \frac{7 \cdot 1380 \cdot 0,32 \cdot 0,75}{1,20 \cdot 8,75} = 220,80 \geq 200$$

2.2.4.21. ZONA PASILLO EVACUACIÓN CÁMARAS

Características de la Instalación

Longitud: 1,00 m.	Altura suspensión: 0,00 m.
Anchura: 4,28 m.	Altura de cálculo: 2,40 m.
Altura: 3,25 m.	Altura plano trabajo: 0,85 m.

$$H = h + C + 0,85m$$

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85m)$$

$$h = 3,25 - (0 + 0,85) = 2,40\text{m}$$

Factores de reflexión

Factor de techo : 50 %

Factor de pared : 30 %

Factor de suelo : 30 %

Factor de mantenimiento

Factor de mantenimiento (f_m): 0,75

Índice del local

$$k = \frac{4,28 \cdot 1,00}{2,40 \cdot (4,28 + 1,00)} = 0,34$$

Factor de utilización

Elegiremos para esta zona luminarias del tipo incandescente.

Factor de utilización (η): 0,32

Flujo luminoso total necesario

$$\Phi_t = \frac{200 \cdot 4,28 \cdot 1,00}{0,32 \cdot 0,75} = 3.566,67 \text{ Lúmenes}$$

Número de luminarias

$$N = \frac{3.566,67}{1.380} = 2,58 \text{ Luminarias}$$

Número de luminarias N: 3 luminarias

Emplazamiento de las luminarias

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{3}{4,20}} \cdot 1,00 = 3,33 \approx 3$$

$$N_{largo} = 0,58 \cdot \frac{4,28}{1,00} = 0,78 \approx 1$$

Se colocarán en la zona: 3 columnas de 1 luminaria cada una.

Iluminación horizontal en el plano de trabajo

Eje y\Eje X	(Valor en Lux)											
	0,7	1,0	1,3	1,7	2,0	2,3	2,6	3,0	3,3	3,6	4,0	0,3
1,0	173	189	206	212	218	224	224	218	214	206	189	173
0,9	173	189	206	213	220	226	224	220	213	206	189	173
0,8	173	191	206	212	219	226	226	219	212	206	191	173
0,7	173	191	206	211	219	226	226	219	211	206	191	173
0,6	173	191	206	211	219	226	228	219	211	206	191	175
0,6	173	190	206	211	219	226	228	219	211	206	190	175
0,5	173	190	206	211	219	226	228	219	211	206	190	175
0,4	173	190	206	211	219	226	228	219	211	206	190	175
0,3	173	191	206	211	219	226	226	219	211	206	191	173
0,2	173	191	206	212	219	226	226	219	211	206	191	173
0,2	173	189	206	213	219	226	226	220	213	206	191	173
0,1	173	189	206	213	218	224	224	220	213	206	189	173

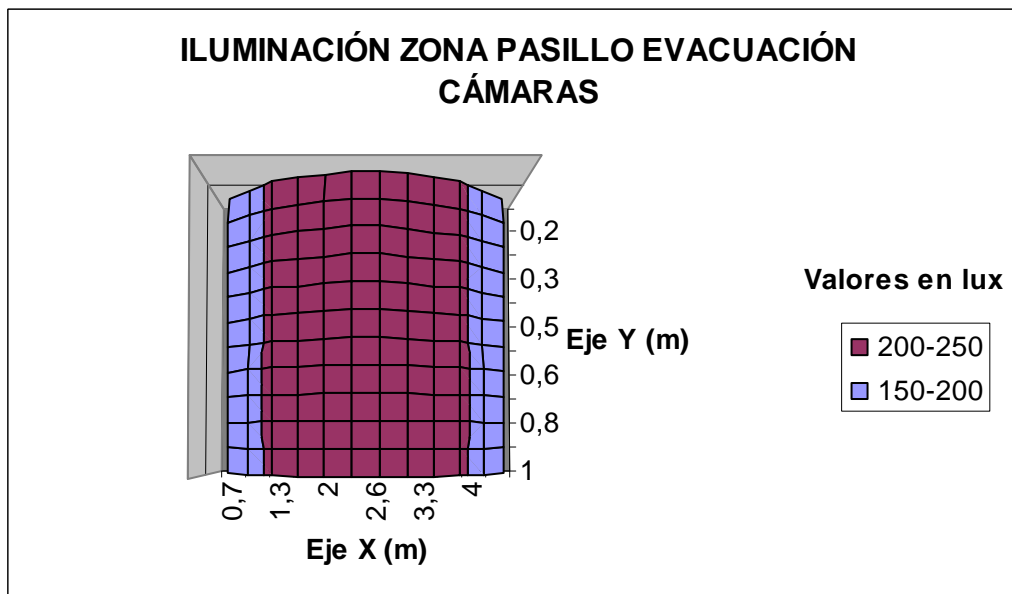


Gráfico 2.2.21. Mapa de iluminación en la zona pasillo evacuación cámaras.

Datos de iluminación en el plano de trabajo

Illuminancias totales: (Directa + Indirecta)

Media	Emed: 200,50 Lux
Mínima	Emin: 173,00 Lux
Máxima	Emax: 228,00 Lux

Illuminancia media:

$$E_m = \frac{3 \cdot 1.380 \cdot 0,32 \cdot 0,75}{4,20 \cdot 1,00} = 232,15 \geq 200$$

2.2.4.22. ZONA COMEDOR SECUNDARIO 1

Características de la Instalación

Longitud: 9,55 m.	Altura suspensión: 0,00 m.
Anchura: 9,70 m.	Altura de cálculo: 2,15 m.
Altura: 3,00 m.	Altura plano trabajo: 0,85 m.

$$H = h + C + 0,85m$$

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85m)$$

$$h = 3,00 - (0 + 0,85) = 2,15\text{m}$$

Factores de reflexión

Factor de techo : 50 %

Factor de pared : 30 %

Factor de suelo : 30 %

Factor de mantenimiento

Factor de mantenimiento (f_m): 0,75

Índice del local

$$k = \frac{9,70 \cdot 9,55}{2,15 \cdot (9,70 + 9,55)} = 2,24$$

Factor de utilización

Elegiremos para esta zona luminarias del tipo fluorescente compacto.

Factor de utilización (η): 0,58

Flujo luminoso total necesario

$$\Phi_t = \frac{300 \cdot 9,70 \cdot 9,55}{0,58 \cdot 0,75} = 63.886,21 \text{ Lúmenes}$$

Número de luminarias

$$N = \frac{63.886,21}{4.500} = 14,20 \text{ Luminarias}$$

Número de luminarias N: 16 luminarias

Emplazamiento de las luminarias

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{16}{9,55}} \cdot 9,70 = 4,03 \approx 4$$

$$N_{largo} = 4,03 \cdot \frac{9,55}{9,70} = 3,97 \approx 4$$

Se colocarán en la zona: 4 columnas de 4 luminarias cada una.

Iluminación horizontal en el plano de trabajo

Eje y\Eje X	(Valor en Lux)											
	1,5	2,3	3,0	3,8	4,5	5,3	6,0	6,8	7,5	8,3	9,0	0,8
8,8	258	289	314	329	338	349	348	338	330	313	289	258
8,0	287	322	350	372	380	393	391	380	372	350	321	287
7,3	311	349	378	400	412	423	421	414	401	378	349	311
6,6	327	369	401	422	439	448	448	439	421	401	369	326
5,8	335	371	414	439	450	462	463	449	439	413	369	334
5,1	348	390	421	446	465	475	471	465	447	417	390	344
4,4	346	387	421	446	464	471	473	463	446	421	387	345
3,7	334	373	412	438	448	463	465	445	436	412	371	332
2,9	326	368	399	420	437	447	443	437	420	399	366	324
2,2	309	348	377	400	413	420	422	413	399	371	347	308
1,5	285	319	347	369	372	387	387	371	369	346	319	285
0,7	255	285	311	325	332	345	346	332	325	310	283	254

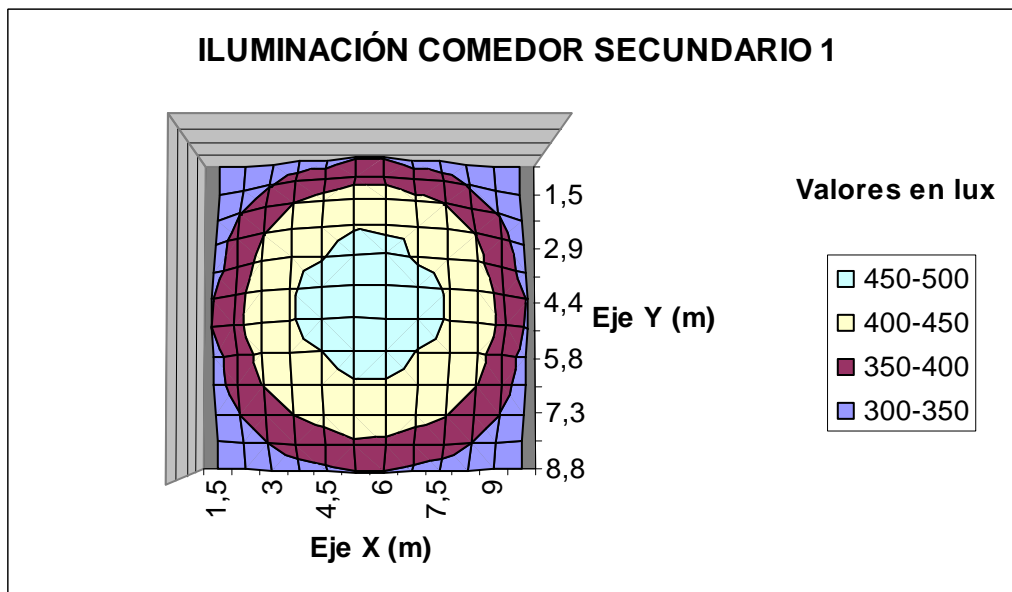


Gráfico 2.2.22. Mapa de iluminación en la zona comedor secundario 1.

Datos de iluminación en el plano de trabajo

Illuminancias totales: (Directa + Indirecta)

Media	Emed: 364,50 Lux
Mínima	Emin: 254,00 Lux
Máxima	Emax: 475,00 Lux

Illuminancia media:

$$E_m = \frac{16 \cdot 4.500 \cdot 0,63 \cdot 0,75}{9,70 \cdot 9,55} = 367,25 \geq 300$$

2.2.4.23. ZONA COMEDOR SECUNDARIO 2

Características de la Instalación

Longitud: 4,85 m.	Altura suspensión: 0,00 m.
Anchura: 5,00 m.	Altura de cálculo: 2,15 m.
Altura: 3,00 m.	Altura plano trabajo : 0,85 m.

$$H = h + C + 0,85m$$

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85m)$$

$$h = 3,00 - (0 + 0,85) = 2,15\text{m}$$

Factores de reflexión

Factor de techo : 50 %

Factor de pared : 30 %

Factor de suelo : 30 %

Factor de mantenimiento

Factor de mantenimiento (f_m): 0,75

Índice del local

$$k = \frac{5,00 \cdot 4,85}{2,15 \cdot (5,00 + 4,85)} = 1,15$$

Factor de utilización

Elegiremos para esta zona luminarias del tipo fluorescente compacto.

Factor de utilización (η): 0,50

Flujo luminoso total necesario

$$\Phi_t = \frac{300 \cdot 5,00 \cdot 4,85}{0,50 \cdot 0,75} = 19.400,00 \text{ Lúmenes}$$

Número de luminarias

$$N = \frac{19.400,00}{4.500} = 4,31 \text{ Luminarias}$$

Número de luminarias N: 4 luminarias

Emplazamiento de las luminarias

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{4}{5,00}} \cdot 4,85 = 1,97 \approx 2$$

$$N_{largo} = 1,97 \cdot \frac{5,00}{4,85} = 2,03 \approx 2$$

Se colocarán en la zona: 2 columnas de 2 luminarias cada una.

Iluminación horizontal en el plano de trabajo

Eje y\Eje X	(Valor en Lux)											
	0,8	1,1	1,5	1,9	2,3	2,7	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	0,4
4,4	228	263	280	291	294	285	284	293	291	282	263	238
4,1	259	292	314	326	326	318	318	325	328	319	297	262
3,7	274	312	326	345	352	345	343	351	351	330	317	282
3,3	284	323	343	364	363	352	352	365	364	349	328	293
3,0	283	319	346	360	361	358	354	366	362	351	325	287
2,6	278	313	342	355	355	354	351	356	356	344	320	278
2,2	276	313	342	355	359	354	354	356	356	344	323	280
1,9	285	320	350	363	364	359	358	361	363	352	326	289
1,5	282	321	343	360	361	353	353	360	362	345	326	291
1,1	274	312	323	343	347	341	341	347	346	326	314	280
0,7	253	285	309	321	323	315	313	320	323	314	292	256
0,4	223	257	275	285	283	277	275	281	287	279	260	231

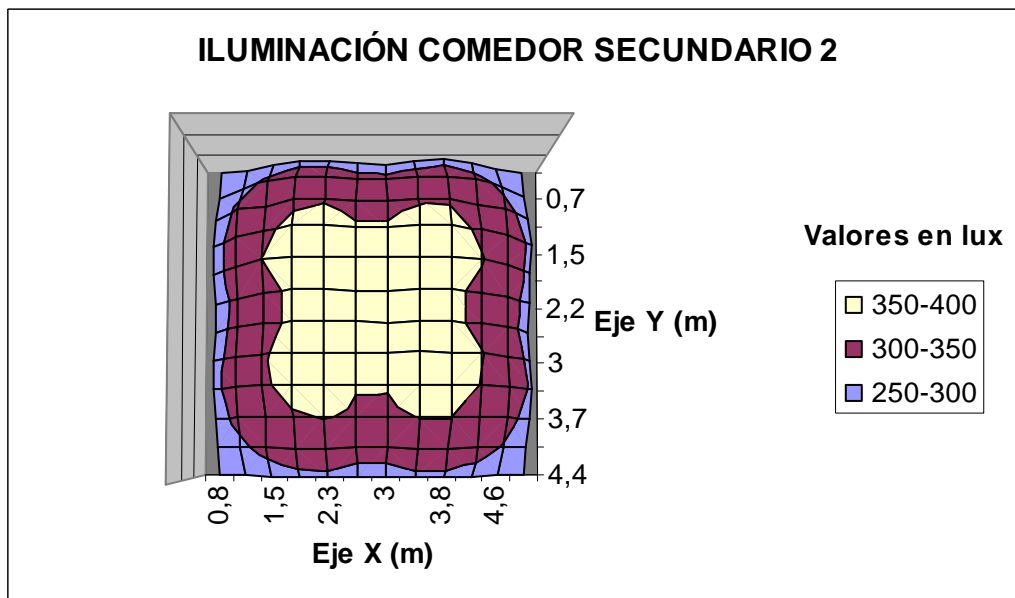


Gráfico 2.2.23. Mapa de iluminación en la zona comedor secundario 2.

Datos de iluminación en el plano de trabajo

Iluminancias totales: (Directa + Indirecta)

Media	Emed: 294,50 Lux
Mínima	Emin: 223,00 Lux
Máxima	Emax: 366,00 Lux

Iluminancia media:

$$E_m = \frac{4 \cdot 4500 \cdot 0,50 \cdot 0,75}{5,00 \cdot 4,85} = 278,35 \approx 300$$

2.2.4.24. ZONA PASILLO VESTUARIOS

Características de la Instalación

Longitud: 9,55 m.	Altura suspensión: 0,00 m.
Anchura: 1,30 m.	Altura de cálculo: 2,15 m.
Altura: 3,00 m.	Altura plano trabajo: 0,85 m.

$$H = h + C + 0,85m$$

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85m)$$

$$h = 3,00 - (0 + 0,85) = 2,15\text{m}$$

Factores de reflexión

Factor de techo : 50 %

Factor de pared : 30 %

Factor de suelo : 30 %

Factor de mantenimiento

Factor de mantenimiento (f_m): 0,75

Índice del local

$$k = \frac{1,30 \cdot 9,55}{2,15 \cdot (1,30 + 9,55)} = 0,53$$

Factor de utilización

Elegiremos para esta zona luminarias del tipo incandescente.

Factor de utilización (η): 0,32

Flujo luminoso total necesario

$$\Phi_t = \frac{200 \cdot 1,30 \cdot 9,55}{0,32 \cdot 0,75} = 10.345,83 \text{ Lúmenes}$$

Número de luminarias

$$N = \frac{10.345,83}{750} = 13,79 \text{ luminarias}$$

Número de luminarias N: 14 luminarias

Emplazamiento de las luminarias

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{14}{9,55}} \cdot 1,30 = 1,38 \approx 1$$

$$N_{largo} = 1,38 \cdot \frac{9,55}{1,30} = 10,14 \approx 10$$

Se colocarán en la zona: 1 columna de 14 luminarias.

Iluminación horizontal en el plano de trabajo

Eje y\Eje X	(Valor en Lux)											
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	0,1
8,8	174	177	176	178	177	177	177	177	178	176	177	174
8,0	204	206	208	211	212	211	211	212	211	208	206	204
7,3	216	221	222	225	227	228	228	227	225	222	221	216
6,6	220	220	225	227	229	230	230	229	227	225	220	220
5,8	219	223	226	227	230	231	231	230	227	226	223	219
5,1	219	224	227	227	230	229	229	230	227	227	224	219
4,4	218	222	229	230	230	229	229	230	230	229	222	218
3,7	217	223	226	229	230	229	229	230	229	226	223	217
2,9	217	221	222	225	228	229	229	228	225	222	221	217
2,2	216	219	222	224	225	225	225	225	224	222	219	216
1,5	205	206	206	208	209	209	209	209	208	206	206	205
0,7	174	174	174	174	174	175	175	174	174	174	174	174

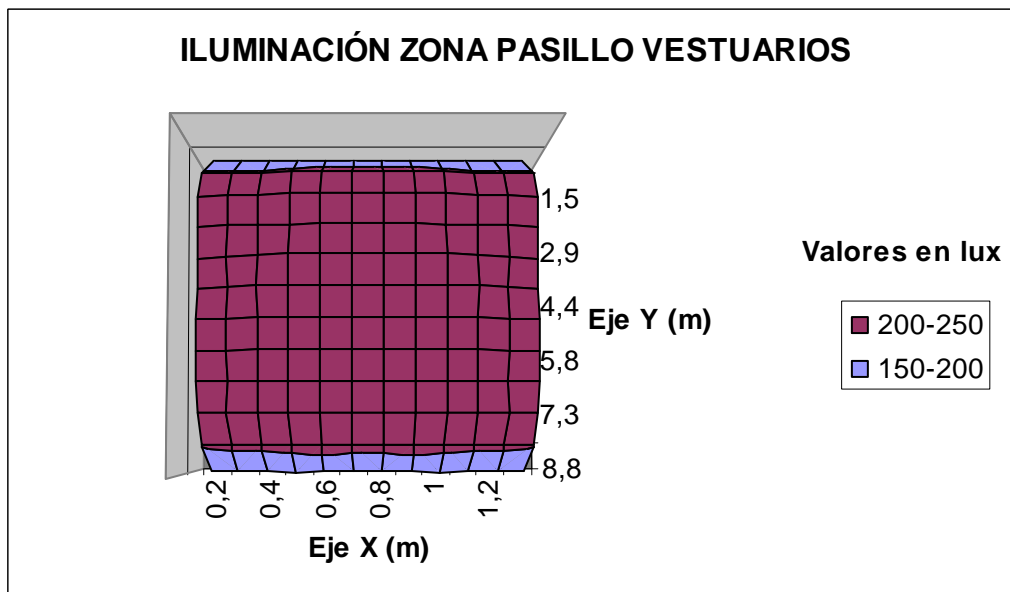


Gráfico 2.2.24. Mapa de iluminación en la zona pasillo vestuarios.

Datos de iluminación en el plano de trabajo

Illuminancias totales: (Directa + Indirecta)

Media	Emed: 202,50 Lux
Mínima	Emin: 174,00 Lux
Máxima	Emax: 231,00 Lux

Illuminancia media:

$$E_m = \frac{14 \cdot 750 \cdot 0,32 \cdot 0,75}{1,30 \cdot 9,55} = 202,98 \geq 200$$

2.2.4.25. SALA LAVABO CABALLEROS 1ª PLANTA

Características de la Instalación

Longitud: 2,98 m.	Altura suspensión: 0,00 m.
Anchura: 3,30 m.	Altura de cálculo: 2,15 m.
Altura: 3,00 m.	Altura plano trabajo: 0,85 m.

$$H = h + C + 0,85m$$

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85m)$$

$$h = 3,00 - (0 + 0,85) = 2,15\text{m}$$

Factores de reflexión

Factor de techo : 50 %

Factor de pared : 30 %

Factor de suelo : 30 %

Factor de mantenimiento

Factor de mantenimiento (f_m): 0,75

Índice del local

$$k = \frac{3,30 \cdot 2,98}{2,15 \cdot (3,30 + 2,98)} = 0,73$$

Factor de utilización

Elegiremos para esta zona luminarias del tipo incandescente.

Factor de utilización (η): 0,39

Flujo luminoso total necesario

$$\Phi_t = \frac{150 \cdot 3,30 \cdot 2,98}{0,39 \cdot 0,75} = 5.043,08 \text{ Lúmenes}$$

Número de luminarias

$$N = \frac{5.043,08}{750} = 6,72 \text{ Luminarias}$$

Número de luminarias N: 9 luminarias

Emplazamiento de las luminarias

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{9}{2,98}} \cdot 3,30 = 3,16 \approx 3$$

$$N_{largo} = 3,16 \cdot \frac{3,30}{2,98} = 3,49 \approx 3$$

Se colocarán en la zona: 3 columnas de 3 luminarias cada una.

Iluminación horizontal en el plano de trabajo

Eje y\Eje X	(Valor en Lux)											
	0,5	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,0	0,3
2,8	130	146	153	160	163	166	168	164	160	155	147	132
2,5	144	157	166	171	176	180	181	176	171	166	158	148
2,3	151	164	172	178	187	190	189	186	180	175	167	154
2,1	157	168	181	189	195	195	197	195	190	181	172	159
1,8	162	174	185	194	200	203	205	201	195	187	179	164
1,6	163	179	190	195	203	207	206	205	199	192	180	168
1,4	163	179	190	197	203	207	207	205	198	192	181	169
1,2	163	173	185	192	200	203	203	201	197	189	179	164
0,9	158	168	181	189	195	195	197	196	190	181	173	160
0,7	151	164	173	179	187	190	189	189	181	175	167	154
0,5	145	157	167	172	176	180	182	178	171	166	159	148
0,2	131	147	155	160	164	168	169	164	160	155	148	133

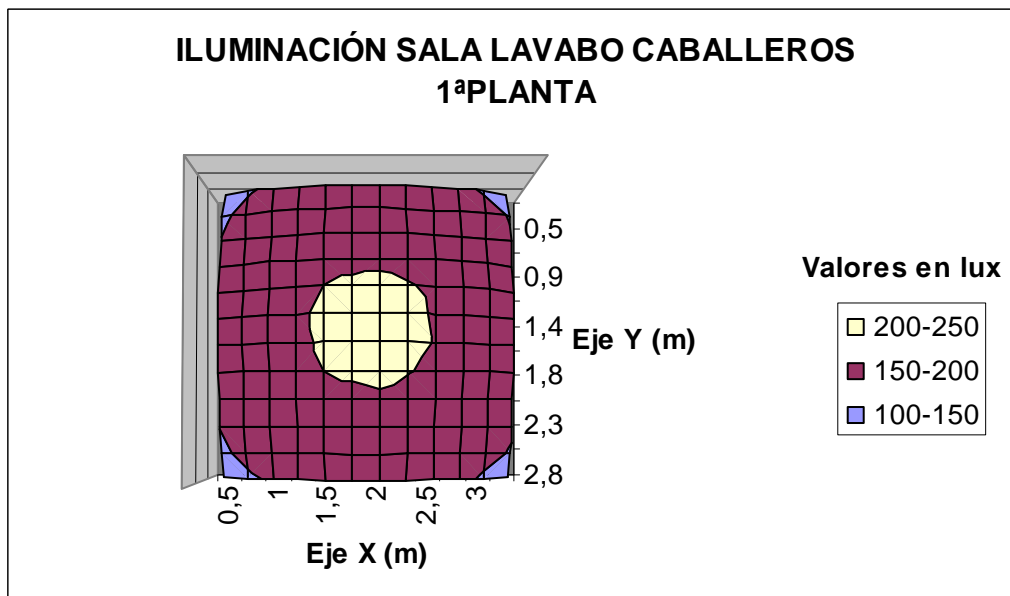


Gráfico 2.2.25. Mapa de iluminación en la sala lavabo caballeros 1º planta.

Datos de iluminación en el plano de trabajo

Illuminancias totales: (Directa + Indirecta)

Media	Emed: 168,50 Lux
Mínima	Emin: 130,00 Lux
Máxima	Emax: 207,00 Lux

Illuminancia media:

$$E_m = \frac{9 \cdot 750 \cdot 0,39 \cdot 0,75}{3,30 \cdot 2,98} = 200,77 \geq 150$$

2.2.4.26. SALA LAVABO SEÑORAS 1ª PLANTA

Características de la Instalación

Longitud: 3,21 m.	Altura suspensión: 0,00 m.
Anchura: 3,30 m.	Altura de cálculo: 2,15 m.
Altura: 3,00 m.	Altura plano trabajo: 0,85 m.

$$H = h + C + 0,85m$$

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85m)$$

$$h = 3,00 - (0 + 0,85) = 2,15m$$

Factores de reflexión

Factor de techo : 50 %

Factor de pared : 30 %

Factor de suelo : 30 %

Factor de mantenimiento

Factor de mantenimiento (f_m): 0,75

Índice del local

$$k = \frac{3,30 \cdot 3,21}{2,15 \cdot (3,30 + 3,21)} = 0,76$$

Factor de utilización

Elegiremos para esta zona luminarias del tipo incandescente.

Factor de utilización (η): 0,39

Flujo luminoso total necesario

$$\Phi_t = \frac{150 \cdot 3,30 \cdot 3,21}{0,39 \cdot 0,75} = 5.432,31 \text{ Lúmenes}$$

Número de luminarias

$$N = \frac{5.432,31}{750} = 8,83 \text{ Luminarias}$$

Número de luminarias N: 9 luminarias

Emplazamiento de las luminarias

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{9}{3,21}} \cdot 3,30 = 3,04 \approx 3$$

$$N_{largo} = 3,04 \cdot \frac{3,30}{3,21} = 3,13 \approx 3$$

Se colocarán en la zona: 3 columnas de 3 luminarias cada una.

Iluminación horizontal en el plano de trabajo

Eje y\Eje X	(Valor en Lux)											
	0,5	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,0	0,3
3,0	125	133	147	153	158	158	159	157	152	148	135	126
2,8	134	151	160	164	169	172	174	171	165	159	151	141
2,5	145	159	168	173	180	184	184	181	176	169	161	149
2,3	154	164	175	182	188	190	194	190	183	176	169	154
2,0	157	169	180	187	196	196	197	194	191	182	172	159
1,8	160	172	184	189	197	203	200	199	192	185	175	163
1,5	160	176	184	192	198	201	203	198	192	185	177	162
1,3	158	171	182	186	195	198	198	194	191	181	173	160
1,0	153	165	175	183	188	191	191	190	183	177	167	154
0,8	148	161	170	175	181	185	183	181	178	171	161	151
0,5	135	152	161	165	170	174	174	172	167	160	153	143
0,3	126	136	148	153	158	160	160	159	154	149	143	128

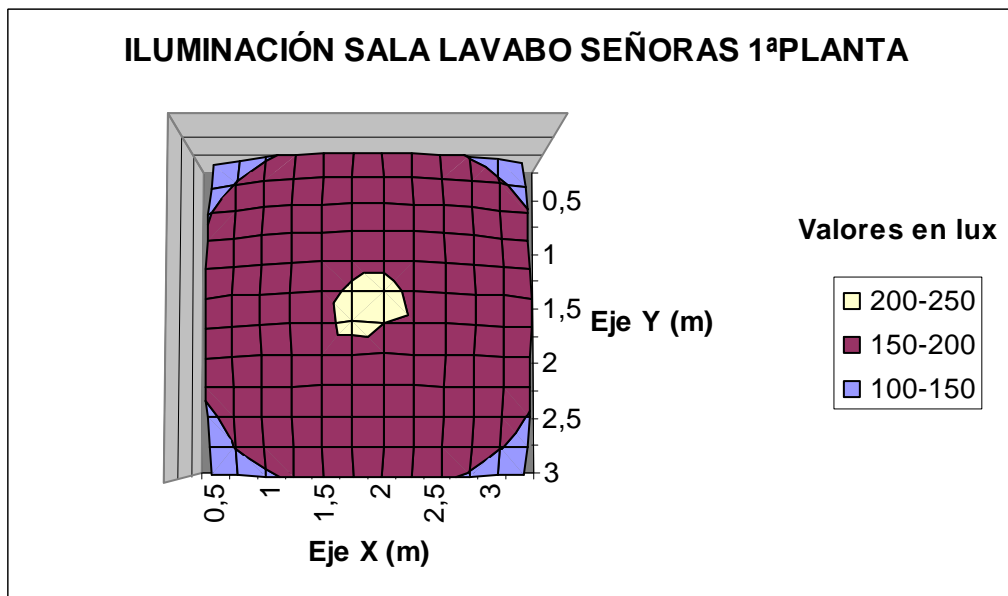


Gráfico 2.2.26. Mapa de iluminación en la sala lavabo señoras 1º planta.

Datos de iluminación en el plano de trabajo

Illuminancias totales: (Directa + Indirecta)

Media	Emed: 164,00 Lux
Mínima	Emin: 125,00 Lux
Máxima	Emax: 203,00 Lux

Illuminancia media:

$$E_m = \frac{9 \cdot 750 \cdot 0,39 \cdot 0,75}{3,30 \cdot 3,21} = 186,38 \geq 150$$

2.2.4.27. SALA VESTUARIOS HOMBRES

Características de la Instalación

Longitud: 1,53 m.	Altura suspensión: 0,00 m.
Anchura: 3,30 m.	Altura de cálculo: 2,15 m.
Altura: 3,00 m.	Altura plano trabajo: 0,85 m.

$$H = h + C + 0,85m$$

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85m)$$

$$h = 3,00 - (0 + 0,85) = 2,15\text{m}$$

Factores de reflexión

Factor de techo : 50 %

Factor de pared : 30 %

Factor de suelo : 30 %

Factor de mantenimiento

Factor de mantenimiento (f_m): 0,75

Índice del local

$$k = \frac{3,30 \cdot 1,53}{2,15 \cdot (3,30 + 1,53)} = 0,49$$

Factor de utilización

Elegiremos para esta zona luminarias del tipo fluorescente.

Factor de utilización (η): 0,21

Flujo luminoso total necesario

$$\Phi_t = \frac{200 \cdot 3,30 \cdot 1,53}{0,21 \cdot 0,75} = 6.411,43 \text{ Lúmenes}$$

Número de luminarias

$$N = \frac{6.411,43}{3.350} = 1,91 \text{ Luminarias}$$

Número de luminarias N: 2 luminarias

Emplazamiento de las luminarias

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{2}{1,53}} \cdot 3,30 = 2,08 \approx 2$$

$$N_{largo} = 2,08 \cdot \frac{1,53}{3,30} = 0,96 \approx 1$$

Se colocarán en la zona: 2 columnas de 1 luminaria cada una.

Iluminación horizontal en el plano de trabajo

Eje y\Eje X	(Valor en Lux)											
	0,5	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,0	0,3
1,4	201	215	227	233	238	237	237	238	236	229	217	201
1,3	206	220	236	243	245	245	248	245	245	238	224	211
1,2	209	229	243	249	252	255	253	253	250	245	233	215
1,1	215	233	250	257	257	258	260	260	258	252	238	218
1,0	218	237	253	260	264	263	263	262	261	255	241	225
0,8	220	239	255	262	266	265	265	264	266	258	244	225
0,7	220	239	255	262	266	265	265	264	266	259	244	225
0,6	218	237	253	261	264	263	263	264	261	255	243	225
0,5	215	233	250	257	262	260	260	260	258	252	240	220
0,4	211	229	243	249	255	255	255	255	252	245	233	215
0,2	206	222	236	243	248	248	248	248	245	238	227	211
0,1	201	215	227	236	238	240	240	238	236	229	219	206

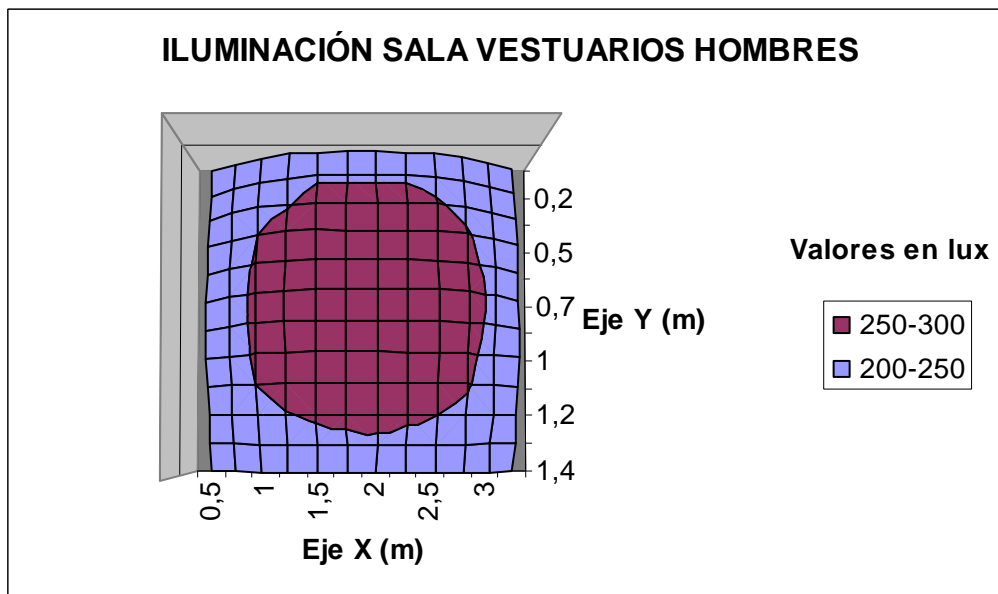


Gráfico 2.2.27. Mapa de iluminación en la sala vestuarios hombres.

Datos de iluminación en el plano de trabajo

Illuminancias totales: (Directa + Indirecta)

Media	Emed: 233,50 Lux
Mínima	Emin: 201,00 Lux
Máxima	Emax: 266,00 Lux

Illuminancia media:

$$E_m = \frac{2 \cdot 3350 \cdot 0,21 \cdot 0,75}{3,30 \cdot 1,53} = 209,00 \geq 200$$

2.2.4.28. SALA VESTUARIOS MUJERES

Características de la Instalación

Longitud: 1,53 m.	Altura suspensión: 0,00 m.
Anchura: 3,30 m.	Altura de cálculo: 2,15 m.
Altura: 3,00 m.	Altura plano trabajo: 0,85 m.

$$H = h + C + 0,85m$$

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85m)$$

$$h = 3,00 - (0 + 0,85) = 2,15m$$

Factores de reflexión

Factor de techo : 50 %

Factor de pared : 30 %

Factor de suelo : 30 %

Factor de mantenimiento

Factor de mantenimiento (f_m): 0,75

Índice del local

$$k = \frac{3,30 \cdot 1,53}{2,15 \cdot (3,30 + 1,53)} = 0,49$$

Factor de utilización

Elegiremos para esta zona luminarias del tipo fluorescente.

Factor de utilización (η): 0,21

Flujo luminoso total necesario

$$\Phi_t = \frac{200 \cdot 3,30 \cdot 1,53}{0,21 \cdot 0,75} = 6.411,43 \text{ Lúmenes}$$

Número de luminarias

$$N = \frac{6.411,43}{3.350} = 1,91 \text{ Luminarias}$$

Número de luminarias N: 2 luminarias

Emplazamiento de las luminarias

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{2}{1,53}} \cdot 3,30 = 2,08 \approx 2$$

$$N_{largo} = 2,08 \cdot \frac{1,53}{3,30} = 0,96 \approx 1$$

Se colocarán en la zona: 2 columnas de 1 luminaria cada una.

Iluminación horizontal en el plano de trabajo

Eje y\Eje X	(Valor en Lux)											
	0,5	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,0	0,3
1,4	201	215	227	233	238	237	237	238	236	229	217	201
1,3	206	220	236	243	245	245	248	245	245	238	224	211
1,2	209	229	243	249	252	255	253	253	250	245	233	215
1,1	215	233	250	257	257	258	260	260	258	252	238	218
1,0	218	237	253	260	264	263	263	262	261	255	241	225
0,8	220	239	255	262	266	265	265	264	266	258	244	225
0,7	220	239	255	262	266	265	265	264	266	259	244	225
0,6	218	237	253	261	264	263	263	264	261	255	243	225
0,5	215	233	250	257	262	260	260	260	258	252	240	220
0,4	211	229	243	249	255	255	255	255	252	245	233	215
0,2	206	222	236	243	248	248	248	248	245	238	227	211
0,1	201	215	227	236	238	240	240	238	236	229	219	206

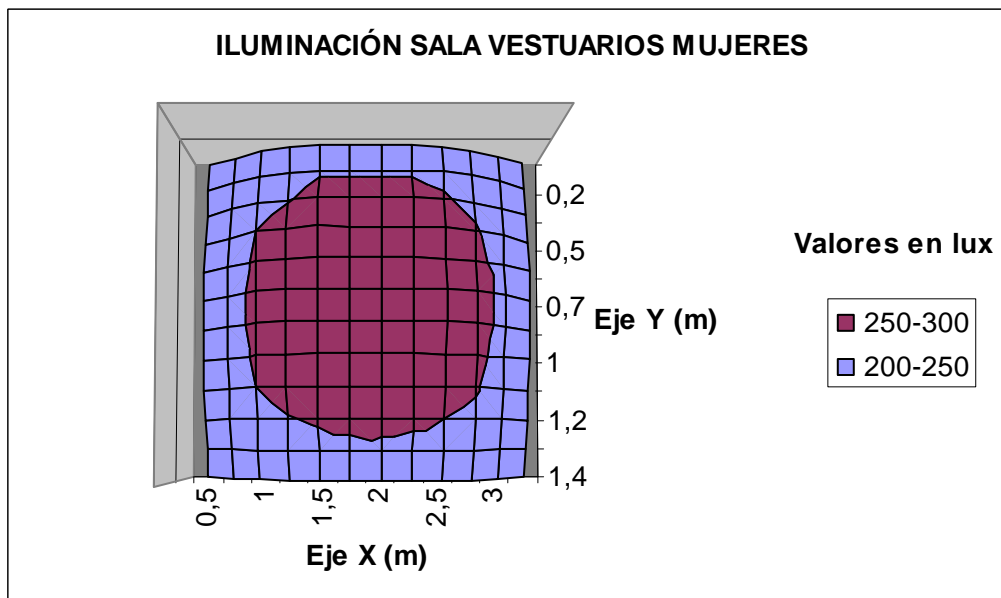


Gráfico 2.2.28. Mapa de iluminación en la sala vestuarios mujeres.

Datos de iluminación en el plano de trabajo

Illuminancias totales: (Directa + Indirecta)

Media	Emed: 233,50 Lux
Mínima	Emin: 201,00 Lux
Máxima	Emax: 266,00 Lux

Illuminancia media:

$$E_m = \frac{2 \cdot 3350 \cdot 0,21 \cdot 0,75}{3,30 \cdot 1,53} = 209,00 \geq 200$$

2.2.4.29. ZONA BAR 1ª PLANTA

Características de la Instalación

Longitud: 5,00 m.	Altura suspensión: 0,00 m.
Anchura: 2,50 m.	Altura de cálculo: 2,15 m.
Altura: 3,00 m.	Altura plano trabajo: 0,85 m.

$$H = h + C + 0,85m$$

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85m)$$

$$h = 3,00 - (0 + 0,85) = 2,15\text{m}$$

Factores de reflexión

Factor de techo : 50 %

Factor de pared : 30 %

Factor de suelo : 30 %

Factor de mantenimiento

Factor de mantenimiento (f_m): 0,75

Índice del local

$$k = \frac{2,50 \cdot 5,00}{2,15 \cdot (2,50 + 5,00)} = 0,78$$

Factor de utilización

Elegiremos para esta zona luminarias del tipo incandescente.

Factor de utilización (η): 0,39

Flujo luminoso total necesario

$$\Phi_t = \frac{300 \cdot 2,50 \cdot 5,00}{0,39 \cdot 0,75} = 12.820,51 \text{ Lúmenes}$$

Número de luminarias

$$N = \frac{12.820,51}{1.380} = 9,29 \text{ Luminarias}$$

Número de luminarias N: 10 luminarias

Emplazamiento de las luminarias

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{10}{5,00}} \cdot 2,50 = 2,24 \approx 2$$

$$N_{largo} = 2,24 \cdot \frac{5,00}{2,50} = 4,47 \approx 5$$

Se colocarán en la zona: 2 columnas de 5 luminarias cada una.

Iluminación horizontal en el plano de trabajo

Eje y\Eje X	(Valor en Lux)											
	0,4	0,6	0,8	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	0,2
4,6	269	274	279	281	282	281	280	282	281	279	275	270
4,2	295	305	308	308	310	309	319	308	308	308	306	298
3,8	325	332	338	339	342	341	340	341	340	338	335	328
3,4	340	348	355	356	359	357	358	358	356	354	348	343
3,0	353	364	368	370	374	374	374	373	372	368	365	355
2,7	356	363	372	377	377	375	376	377	376	372	366	357
2,3	356	365	371	374	376	376	376	375	374	372	367	358
1,9	351	361	366	370	371	372	372	371	370	367	364	354
1,5	338	345	351	354	354	355	355	354	355	353	348	338
1,1	307	329	335	336	338	339	338	338	336	335	330	322
0,8	281	299	302	305	295	293	293	294	305	304	299	283
0,4	266	271	274	278	279	279	279	279	278	275	272	266

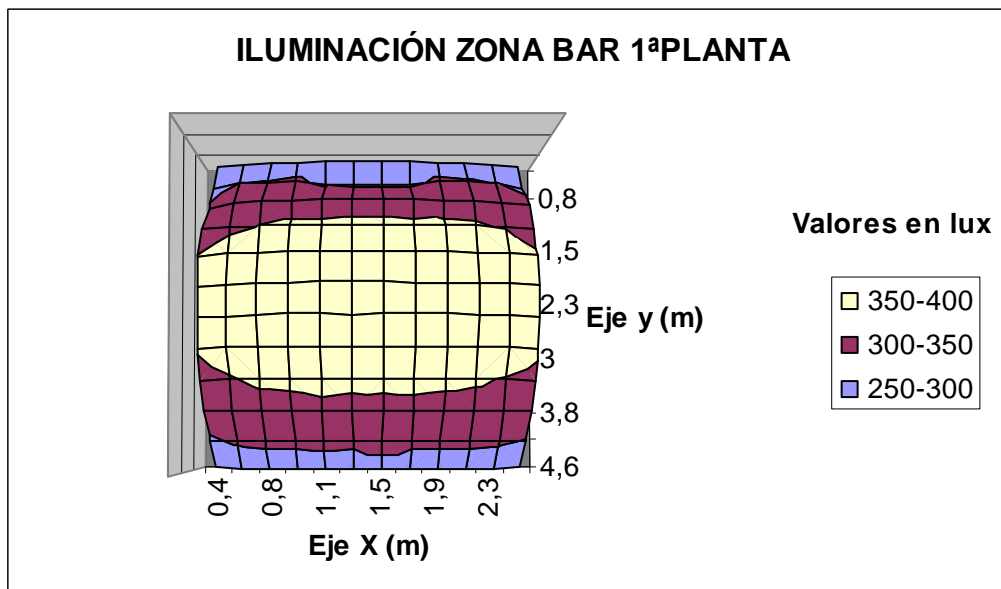


Gráfico 2.2.29. Mapa de iluminación en la zona bar 1ª planta.

Datos de iluminación en el plano de trabajo

Illuminancias totales: (Directa + Indirecta)

Media	Emed: 321,50 Lux
Mínima	Emin: 266,00 Lux
Máxima	Emax: 377,00 Lux

Illuminancia media:

$$E_m = \frac{10 \cdot 1380 \cdot 0,39 \cdot 0,75}{2,50 \cdot 5,00} = 322,92 \geq 300$$

2.2.4.30. ZONA PASO A TERRAZA

Características de la Instalación

Longitud: 5,00 m.	Altura suspensión: 0,00 m.
Anchura: 3,65 m.	Altura de cálculo: 2,15 m.
Altura: 3,00 m.	Altura plano trabajo: 0,85 m.

$$H = h + C + 0,85m$$

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85m)$$

$$h = 3,00 - (0 + 0,85) = 2,15\text{m}$$

Factores de reflexión

Factor de techo : 50 %

Factor de pared : 30 %

Factor de suelo : 30 %

Factor de mantenimiento

Factor de mantenimiento (f_m): 0,75

Índice del local

$$k = \frac{3,65 \cdot 5,00}{2,15 \cdot (3,65 + 5,00)} = 0,98$$

Factor de utilización

Elegiremos para esta zona luminarias del tipo fluorescente compacto.

Factor de utilización (η): 0,46

Flujo luminoso total necesario

$$\Phi_t = \frac{300 \cdot 3,65 \cdot 5,00}{0,46 \cdot 0,75} = 15.869,57 \text{ Lúmenes}$$

Número de luminarias

$$N = \frac{15.869,57}{1.800} = 8,82 \text{ Luminarias}$$

Número de luminarias N: 9 luminarias

Emplazamiento de las luminarias

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{9}{5,00}} \cdot 3,65 = 2,56 \approx 3$$

$$N_{largo} = 2,56 \cdot \frac{5,00}{3,65} = 3,51 \approx 3$$

Se colocarán en la zona: 3 columnas de 3 luminarias cada una.

Iluminación horizontal en el plano de trabajo

Eje y\Eje X	(Valor en Lux)											
	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	0,3
4,6	246	262	276	286	296	302	303	296	287	278	263	247
4,2	265	284	300	310	321	328	328	323	311	300	284	267
3,8	291	308	331	341	354	358	360	354	344	330	312	292
3,4	313	333	357	377	386	388	385	386	378	358	336	316
3,0	320	341	364	383	395	399	398	395	383	367	341	320
2,7	319	341	361	373	390	397	397	390	375	363	341	319
2,3	317	341	362	376	390	400	397	392	380	363	342	319
1,9	320	342	365	384	394	399	397	395	384	368	345	321
1,5	309	330	354	371	383	384	381	383	372	355	332	309
1,1	285	305	325	334	344	352	353	347	337	325	305	286
0,8	263	279	296	305	317	323	323	317	304	296	279	264
0,4	240	256	274	284	292	295	295	293	284	275	259	243

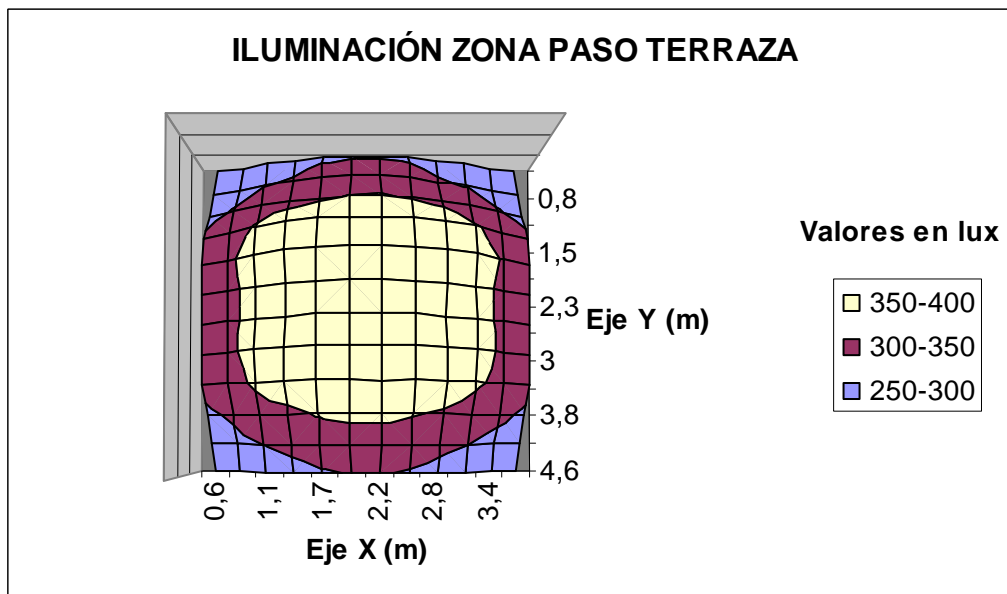


Gráfico 2.2.30. Mapa de iluminación en la zona de paso a terraza.

Datos de iluminación en el plano de trabajo

Iluminancias totales: (Directa + Indirecta)

Medi	Emed: 320,00 Lux
Mínima	Emin: 240,00 Lux
Máxima	Emax: 400,00 Lux

Iluminancia media:

$$E_m = \frac{9 \cdot 1800 \cdot 0,46 \cdot 0,75}{3,65 \cdot 5,00} = 306,25 \geq 300$$

2.2.4.31. SALA PREPARACIÓN 1ª PLANTA

Características de la Instalación

Longitud: 2,50 m.	Altura suspensión: 0,30 m.
Anchura: 3,30 m.	Altura de cálculo: 1,85 m.
Altura: 3,00 m.	Altura plano trabajo: 0,85 m.

$$H = h + C + 0,85m$$

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85m)$$

$$h = 3,00 - (0,3 + 0,85) = 1,85\text{m}$$

Factores de reflexión

Factor de techo : 70 %

Factor de pared : 50 %

Factor de suelo : 50 %

Factor de mantenimiento

Factor de mantenimiento (f_m): 0,75

Índice del local

$$k = \frac{3,30 \cdot 2,50}{1,85 \cdot (3,30 + 2,50)} = 0,77$$

Factor de utilización

Elegiremos para esta zona luminarias del tipo fluorescente.

Factor de utilización (η): 0,35

Flujo luminoso total necesario

$$\Phi_t = \frac{500 \cdot 3,30 \cdot 2,50}{0,35 \cdot 0,75} = 15.714,29 \text{ Lúmenes}$$

Número de luminarias

$$N = \frac{15714,29}{6900} = 2,28 \text{ Luminarias}$$

Número de luminarias N: 2 luminarias

Emplazamiento de las luminarias

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{2}{2,50}} \cdot 3,30 = 1,62 \approx 2$$

$$N_{largo} = 1,62 \cdot \frac{2,50}{3,30} = 1,23 \approx 1$$

Se colocarán en la zona: 2 columnas de 1 luminaria cada una.

Iluminación horizontal en el plano de trabajo

Eje y\Eje X	(Valor en Lux)											
	0,5	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,0	0,3
2,3	350	373	397	425	442	447	456	435	425	403	386	356
2,1	382	412	437	459	479	484	490	479	467	437	412	382
1,9	402	434	465	489	512	518	518	516	497	478	440	407
1,7	423	455	496	524	544	550	552	546	532	503	466	434
1,5	433	478	510	539	564	575	576	567	544	518	482	443
1,3	438	485	528	557	572	580	588	571	563	538	495	448
1,1	438	485	528	557	572	580	581	571	563	536	495	448
1,0	428	474	507	539	564	568	571	562	544	518	478	443
0,8	418	455	491	515	544	550	545	546	519	491	466	429
0,6	395	429	465	483	507	518	518	511	492	473	440	407
0,4	370	399	437	453	471	484	484	472	461	437	412	382
0,2	350	373	397	410	427	438	440	435	418	403	379	350

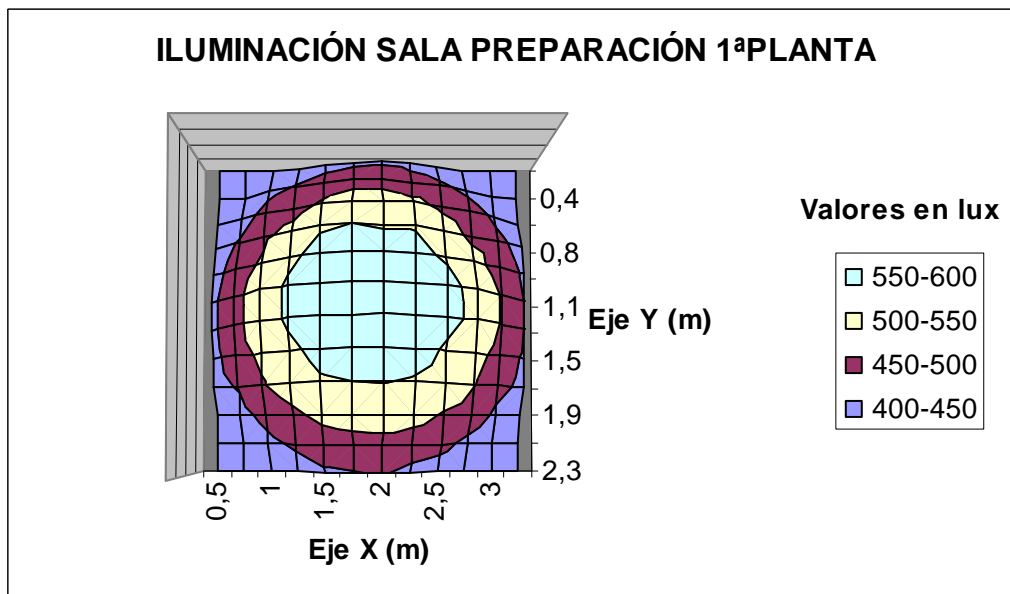


Gráfico 2.2.31. Mapa de iluminación en la sala de preparación 1ª Planta.

Datos de iluminación en el plano de trabajo

Illuminancias totales: (Directa + Indirecta)

Media Emed: 469,00 Lux

Mínima Emin: 350,00 Lux

Máxima Emax: 588,00 Lux

Illuminancia media:

$$E_m = \frac{2 \cdot 6900 \cdot 0,35 \cdot 0,75}{3,30 \cdot 2,50} = 439,09 \approx 500$$

A pesar que la iluminancia media sea inferior a la considerada mediante las tablas según la zona a iluminar, no se ha decidido coger un nº de luminarias mayor para suplir este efecto, puesto que cogiendo una luminaria de más, la iluminancia media se incrementaría demasiado para la zona de estudio.

2.2.4.32. SALA GESTIÓN

Características de la Instalación

Longitud: 2,30 m.

Altura suspensión: 0,00 m.

Anchura: 3,30 m.

Altura de cálculo: 2,15 m.

Altura: 3,00 m.

Altura plano trabajo: 0,85 m.

$$H = h + C + 0,85m$$

Como H y C son datos previos de la instalación, se calcula la altura de montaje mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85m)$$

$$h = 3,00 - (0 + 0,85) = 2,15m$$

Factores de reflexión

Factor de techo : 50 %

Factor de pared : 30 %

Factor de suelo : 30 %

Factor de mantenimiento

Factor de mantenimiento (f_m): 0,75

Índice del local

$$k = \frac{3,30 \cdot 2,30}{2,15 \cdot (3,30 + 2,30)} = 0,63$$

Factor de utilización

Elegiremos para esta zona luminarias del tipo fluorescente.

Factor de utilización (η): 0,21

Flujo luminoso total necesario

$$\Phi_t = \frac{750 \cdot 3,30 \cdot 2,30}{0,21 \cdot 0,75} = 36142,86 \text{ lúmenes}$$

Número de luminarias

$$N = \frac{36142,86}{6900} = 5,24 \text{ luminarias}$$

Número de luminarias N: 5 luminarias

Emplazamiento de las luminarias

ANEXOS

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{5}{2,30}} \cdot 3,30 = 2,68 \approx 3$$

$$N_{largo} = 2,68 \cdot \frac{2,30}{3,30} = 1,87 \approx 2$$

Se colocarán en la zona: 2 columnas de 2 luminarias cada una y una central.

Iluminación horizontal en el plano de trabajo

Eje y\Eje X	(Valor en Lux)											
	0,5	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,0	0,3
2,2	615	664	701	733	751	763	764	753	738	707	671	628
2,0	643	688	736	763	785	802	804	787	771	741	701	655
1,8	665	712	761	798	821	828	834	823	807	773	725	677
1,6	684	732	786	825	849	858	854	846	828	793	751	696
1,4	695	746	796	833	857	875	875	860	842	809	764	707
1,3	700	753	803	847	867	881	879	870	847	816	761	713
1,1	697	753	807	845	867	881	883	874	850	819	767	714
0,9	696	750	794	835	862	875	876	864	846	806	762	704
0,7	684	737	790	828	849	858	864	856	833	803	751	701
0,5	665	717	772	798	821	838	834	829	807	779	730	682
0,4	648	696	736	768	790	812	812	799	771	753	704	660
0,2	624	668	708	735	758	763	770	759	743	714	677	631

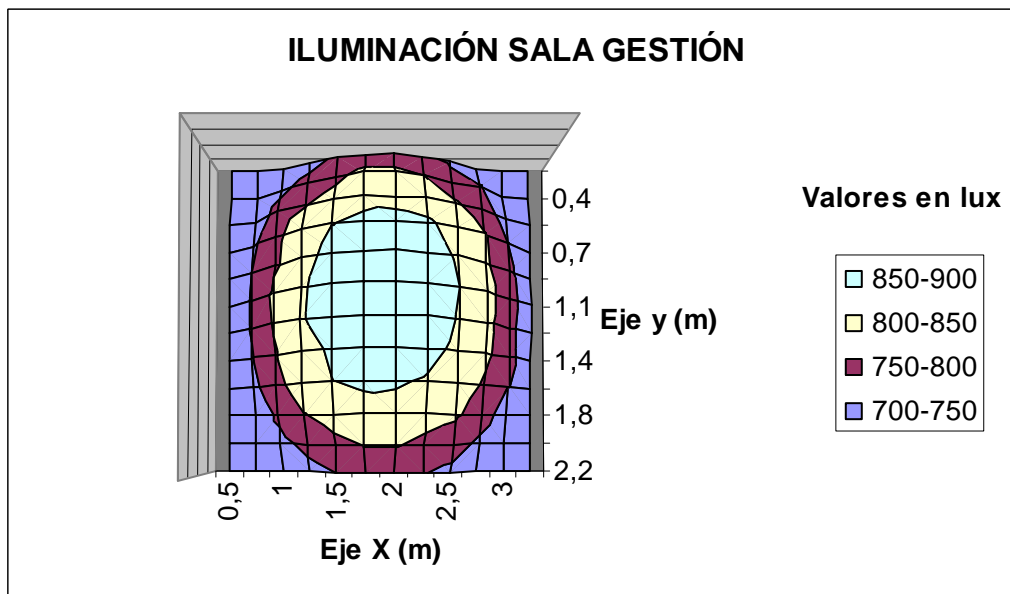


Gráfico 2.2.32. Mapa de iluminación en la oficina.

Datos de iluminación en el plano de trabajo

Illuminancias totales: (Directa + Indirecta)

Media Emed: 749,00 Lux

Mínima Emin: 615,00 Lux

Máxima Emax: 883,00 Lux

Illuminancia media:

$$E_m = \frac{5 \cdot 6900 \cdot 0,21 \cdot 0,75}{3,30 \cdot 2,30} = 715,91 \approx 750$$

A pesar que la iluminancia media sea inferior a la considerada mediante las tablas según la zona a iluminar, no se ha decidido coger un nº de luminarias mayor para suplir este efecto, puesto que cogiendo una luminaria de más, la iluminancia media se incrementaría demasiado para la zona de estudio.

2.2.4.33. TABLAS RESUMEN DE LOS CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN INTERIOR POR ZONAS

ANEXOS

ZONA O SALA	SUBZONAS	H (m)	h (m)	A (m)	L (m)	K	pt	pp	Fu	fm	E	Φt
Zona de entrada		3,25	2,4	3	4,85	0,77	0,5	0,3	0,41	0,75	200	9463,41
Bar planta baja		3,25	2,4	3	5	0,78	0,5	0,3	0,39	0,75	300	15384,62
Comedor principal	C. principal 1	3,25	2,4	4,55	9,85	1,30	0,5	0,3	0,5	0,75	300	35854,00
	C. principal 2	3,25	2,4	9,7	9,55	2,01	0,5	0,3	0,58	0,75	300	63886,21
	C. principal 3	3,25	2,4	5	4,85	1,03	0,5	0,3	0,46	0,75	300	21086,96
Zona de subida/bajada		3,25	2,4	5	4,7	1,01	0,5	0,3	0,44	0,75	200	14242,42
Zona de evacuación salón		3,25	2,4	9,7	1,52	0,55	0,5	0,3	0,32	0,75	200	12286,67
Pasillo de aseos		3,25	2,4	1,3	8,04	0,47	0,5	0,3	0,32	0,75	200	8710,00
WC minusválidos		3,25	2,4	3,3	1,56	0,44	0,5	0,3	0,32	0,75	150	3217,50
WC caballeros		3,25	2,4	3,3	2,98	0,65	0,5	0,3	0,32	0,75	150	6146,25
WC señoras		3,25	2,4	3,3	3,21	0,68	0,5	0,3	0,32	0,75	150	6620,63
Cocina	Cocina	3,25	2,10	7,37	4,75	1,38	0,7	0,5	0,45	0,75	500	51862,96
	Zona paso cocina	3,25	2,4	1,8	5	0,50	0,7	0,5	0,38	0,75	200	6315,79
	Zona estanterías	3,25	2,4	1,9	2	0,41	0,7	0,5	0,38	0,75	500	6666,67
Repostería		3,25	2,1	2,1	2,9	0,58	0,7	0,5	0,28	0,75	500	14500,00
Preparación platos fríos		3,25	2,1	3,27	2	0,59	0,7	0,5	0,28	0,75	500	15571,43
Lavado		3,25	2,1	3,27	2,8	0,72	0,7	0,5	0,35	0,75	500	17440,00
Mantenimiento		3,25	2,4	3	1,2	0,36	0,5	0,3	0,32	0,75	200	3000,00
Almacén		3,25	2,4	3	2,09	0,51	0,5	0,3	0,21	0,75	200	7961,90
Pasillo zona cámaras		3,25	2,4	1,2	8,75	0,44	0,5	0,3	0,32	0,75	200	8750,00
Pasillo evacuación cámaras		3,25	2,4	4,28	1	0,34	0,5	0,3	0,32	0,75	200	3566,67
Comedor secundario	C. secundario 1	3	2,15	9,7	9,55	2,24	0,5	0,3	0,58	0,75	300	63886,21
	C. secundario 2	3	2,15	5	4,85	1,15	0,5	0,3	0,5	0,75	300	19400,00
Pasillo de aseos/vestuarios		3	2,15	1,3	9,55	0,53	0,5	0,3	0,32	0,75	200	10345,83
WC caballeros planta alta		3	2,15	3,3	2,98	0,73	0,5	0,3	0,39	0,75	150	5043,08
WC señoras planta alta		3	2,15	3,3	3,21	0,76	0,5	0,3	0,39	0,75	150	5432,31
Vestuario hombres		3	2,15	3,3	1,53	0,49	0,5	0,3	0,21	0,75	200	6411,43
Vestuario mujeres		3	2,15	3,3	1,53	0,49	0,5	0,3	0,21	0,75	200	6411,43
Bar planta alta		3	2,15	2,5	5	0,78	0,5	0,3	0,39	0,75	300	12820,51
Anexo bar p.alta		3	2,15	3,65	5	0,98	0,5	0,3	0,46	0,75	300	15869,57
Preparación planta alta		3	1,85	3,3	2,5	0,77	0,7	0,5	0,35	0,75	500	15714,29
Gestión		3	2,15	3,3	2,3	0,63	0,5	0,3	0,21	0,75	750	36142,86

Donde:

H: altura libre de la planta (m).

h: altura hasta el plano de trabajo (m).

A: anchura de la zona o sala (m).

ANEXOS

L: longitud de la zona o sala (m).
K: índice del local.
pt: factor de reflexión del techo.
pp: factor de reflexión de las paredes.
fu: factor de utilización.
fm: factor de mantenimiento.
E: iluminancia media de servicio (lux).
 Φ : flujo luminoso total necesario (lúmenes).

ZONA O SALA	TIPO DE ILUMINARIA	n°	Φ L	N°	N°	Nx	Ny	Em	P (W)	VEEI (W/m2)
Zona de entrada	Fluorecente comp 1x26 W	1	1800	5,26	6	2	3	228,25	26	0,89
Bar planta baja	Incandescente 100 W	1	1380	11,15	12	2	4	322,92	100	2,22
C. principal 1	Fluorescente comp 2x32 W	1	4500	7,97	8	2	4	301,22	64	0,48
C. principal 2	Fluorescente comp 2x32 W	1	4500	14,20	16	4	4	338,10	64	0,23
C. principal 3	Fluorescente comp 2x32 W	1	4500	4,69	5	2	2	320,10	64	0,88
Zona de subida/bajada	Incandescente 100 W	1	1380	10,32	11	3	3	213,17	100	2,13
Zona de evacuación salón	Fluorecente comp 1x26 W	1	1800	6,83	7	7	1	205,10	26	0,88
Pasillo de aseos	Incandescente 60 W	1	750	11,61	12	1	9	206,66	60	2,87
WC minusválidos	Incandescente 60 W	1	750	4,29	5	3	2	174,83	60	7,77
WC caballeros	Incandescente 60 W	1	750	8,20	9	3	3	164,73	60	4,07
WC señoras	Incandescente 60 W	1	750	8,83	9	3	3	152,93	60	3,78
Cocina	Fluorescente 2x36 W	1	6900	7,52	8	4	2	532,17	72	0,41
Zona paso cocina	Fluorecente comp 1x26 W	1	1800	3,51	4	1	4	228,00	26	1,44
Zona estanterías	Fluorecente comp 1x26 W	1	1800	3,70	4	2	2	540,00	26	1,37
Repostería	Fluorescente 2x36 W	1	6900	2,10	2	1	2	475,86	72	2,36
Preparación platos fríos	Fluorescente 2x36 W	1	6900	2,26	2	2	1	443,12	72	2,20
Lavado	Fluorescente 2x36 W	1	6900	2,53	3	2	2	593,46	72	1,57
Mantenimiento	Incandescente 100 W	1	1380	2,17	2	2	1	184,00	100	13,89
Almacén	Fluorescente 36 W	1	3350	2,38	3	2	1	252,45	36	2,87
Pasillo zona cámaras	Incandescente 100 W	1	1380	6,34	7	1	7	220,80	100	4,76
Pasillo evacuación cámaras	Incandescente 100 W	1	1380	2,58	3	3	1	199,65	100	11,68
C. secundario 1	Fluorescente comp 2x32 W	1	4500	14,20	16	4	4	338,10	64	0,23
C. secundario 2	Fluorescente comp 2x32 W	1	4500	4,31	4	2	2	278,35	64	0,88
Pasillo de aseos/vestuarios	Incandescente 60 W	1	750	13,79	14	1	10	202,98	60	2,42
WC caballeros planta alta	Incandescente 60 W	1	750	6,72	9	3	3	200,77	60	4,07
WC señoras planta alta	Incandescente 60 W	1	750	8,83	9	3	23	186,38	60	3,78
Vestuario hombres	Fluorescente 36 W	1	3350	1,91	2	2	1	209,00	36	3,57
Vestuario mujeres	Fluorescente 36 W	1	3350	1,91	2	2	1	209,00	36	3,57

ANEXOS

Bar planta alta	Incandescente 100 W	1	1380	9,29	10	2	4	322,92	100	2,67
Anexo bar p.alta	Fluorescente comp 1x26 W	1	1800	8,82	9	3	3	306,25	26	0,47
Preparación planta alta	Fluorescente 2x36 W	1	6900	2,28	2	2	1	439,09	72	1,75
Gestión	Fluorescente 2x36 W	1	6900	5,24	5	3	2	715,91	72	1,26

Donde:

nº: número de iluminaria por lámpara.

Nº: número total de iluminarias.

Nx: número de luminarias en el eje transversal.

Ny: número de luminarias en el eje longitudinal

Em: iluminancia media.

P: Potencia luminaria (W).

VEEI: Valor de la eficiencia energética de la instalación.

ANEXO III
INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y
VENTILACIÓN

2.3. ANEXO DE LA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN

2.3.1. DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA

El dimensionado de las instalaciones de climatización (refrigeración y calefacción) y ventilación depende significativamente de los diversos recintos que forman el local, tanto si estarán climatizados como si no, siendo éste un local aislado. Estos recintos están delimitados por un tipo de cerramiento ya sea interno o externo que condicionará el diseño de la instalación, así como también la condicionarán, su geometría, orientación, volumen y temperatura. En la tabla siguiente se muestran los diferentes recintos que forman el local.

Referencia	Descripción	Planta	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)
Comedor	Restaurantes	Baja	227,17	733,76
Servicio señoras P0	Baño no calefactado	Baja	10,60	34,24
Servicio caballeros P0	Baño no calefactado	Baja	9,83	31,75
Servicio minusválidos	Baño no calefactado	Baja	5,16	16,67
Cocina	Zona de cocina	Baja	58,67	189,50
Repostería	Local sin climatizar	Baja	6,05	19,54
Lavado	Local sin climatizar	Baja	9,10	29,39
Preparación platos fríos	Local sin climatizar	Baja	6,54	21,12
Mantenimiento	Local sin climatizar	Baja	3,60	11,63
Almacén	Local sin climatizar	Baja	5,27	17,02
Cámara1	Local sin climatizar	Baja	4,50	14,54
Cámara2	Local sin climatizar	Baja	4,38	14,15
Cámara3	Local sin climatizar	Baja	5,84	18,86
Comedor	Restaurantes	Primera	183,55	546,98
Vestuario1	Baño calefactado	Primera	5,05	15,05
Vestuario2	Baño calefactado	Primera	5,05	15,05
Oficina	Oficinas	Primera	7,60	22,65
Preparación	Local sin climatizar	Primera	8,25	24,59
Servicio caballeros P1	Baño no calefactado	Primera	9,83	29,29

ANEXOS

Servicio señoras P1	Baño no calefactado	Primera	10,60	31,59
Total:			586,64	1837,36

Tabla 2.3.1. Recintos del local.

Debe tenerse en cuenta que no todos los recintos mostrados anteriormente dispondrán de un sistema de climatización. Debido a que el uso al que serán destinados no requiere de climatización o bien la cargas necesarias para climatizarlos serían excesivas (caso de la cocina).

Las características de los recintos climatizados se muestran a continuación:

Referencia	Descripción	Planta	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)
Comedor	Restaurantes	Baja	227,17	733,76
Comedor	Restaurantes	Primera	183,55	546,98
Vestuario1	Baño calefactado	Primera	5,05	15,05
Vestuario2	Baño calefactado	Primera	5,05	15,05
Oficina	Oficinas	Primera	7,60	22,65
Total:			428,42	1333,48

Tabla 2.3.2. Recintos a climatizar.

Una vez disponemos de los recintos del local a climatizar, obtenemos un volumen total a climatizar de 1.333,48 m³ y una superficie de 428,42 m², repartidos entre ambas plantas.

2.3.2. HORARIOS DE FUNCIONAMIENTO, OCUPACIÓN Y CÁLCULO DE CAUDALES DE AIRE EXTERIOR

2.3.2.1. HORARIOS DE FUNCIONAMIENTO

El horario de funcionamiento de cada una de las zonas se fijará en función de las temperaturas de diseño y del grado de ocupación horaria de los recintos del local. En este caso será en todos los recintos similares. El funcionamiento será prácticamente continuo durante 8-10 horas, coincidiendo en gran medida con los horarios de desarrollo de la actividad.

El funcionamiento de los aparatos de climatización será diario durante el periodo invernal y estival, comprendido entre los meses de diciembre-febrero y junio-septiembre.

2.3.2.2. OCUPACIÓN DEL LOCAL

El número de ocupantes de cada recinto del local se especifica en los listados de resultados del cálculo de las cargas térmicas, donde también se define el grado de ocupación del

mismo, así como su actividad principal. Esto es necesario a la hora de realizar el cálculo de las cargas latentes, debido al metabolismo de los usuarios al desempeñar las tareas asignadas.

La ocupación del local queda reflejada en el anexo de seguridad frente a incendios, en función de la superficie útil de los diferentes recintos.

2.3.2.3. CAUDAL Y CALIDAD DEL AIRE

Para mantener una calidad de aire aceptable en los recintos ocupados del local se aplicarán los criterios fijados en las IT 1.1.4.1 y IT 1.1.4.2.

2.3.2.3.1. Caudal de aire necesario de ventilación

La necesidad de ventilar los edificios, y de asegurar una aportación mínima de aire fresco a todo tipo de ambientes en los cuales se encuentren personas, ha hecho que las diversas normativas que se han ido publicando y que tienen relación con el apartado de climatización, empiecen a contemplar los caudales necesarios.

Así, el nuevo RITE (Reglamento de las Instalaciones Térmicas en los Edificios), que es de obligado cumplimiento con excepción de los ambientes industriales, en su instrucción ITE 02.2.2. “Calidad del aire interior y ventilación”, indica lo siguiente: Para el mantenimiento de una calidad de aire aceptable del aire en los locales ocupados, se consideraran los criterios de ventilación indicados en la norma UNE 100-011, en función del tipo de local y del nivel de contaminación de los ambientes, en particular la presencia o ausencia de fumadores.

En la tabla siguiente, correspondiente a la norma anterior, donde se indican los caudales, en l/s, en función del número de personas o de la superficie de los recintos.

ANEXOS

Tipo de local	Por persona	Por m ²	Por local	Otros
Almacenes ¹⁾	-	0,75 a 3	-	-
Aparcamientos ⁴⁾	-	5	-	-
Archivos	-	0,25	-	-
Aseos públicos ¹⁾	-	-	-	25 ¹²⁾
Aseos individuales ^{1), 2)}	-	-	15	-
Auditorios ^{14), 16)}	8	-	-	-
Aulas ¹⁴⁾	8	-	-	-
Autopsia ^{8), 9)}	-	2,5	-	-
Bares	12	12	-	-
Cafeterías	15	15	-	-
Canchas para el deporte	-	2,5	-	-
Comedores	10	6	-	-
Cocinas ^{2), 3)}	8	2	-	-
Oficinas	10	1	-	-
Vestuarios ⁸⁾	-	2,5	-	10 ¹³⁾

1) Local en depresión con respecto a locales adyacentes.

2) En aseos y cocinas de uso particular es posible el funcionamiento intermitente de la ventilación mecánica.

3) El caudal de aire extraído a través de campanas debe ser superior al introducido según se indica en esta tabla, a fin de mantener el local en depresión.

8) Se usará normalmente todo aire exterior.

12) Por inodoro, urinario y vertedero.

13) Por taquilla.

Tabla 2.3.3. Caudales de aire por local, personas y área.

Los valores mostrados en la tabla anterior, serán introducidos en el programa de cálculo CYPE para dimensionar las cargas térmicas. Los valores obtenidos mediante dicho programa difieren poco de los calculados de forma manual mostrados en la tabla 2.3.4.

Las tablas mostradas a continuación presentan los valores del caudal de ventilación y refrigeración de cada recinto obtenidos mediante el programa de cálculo “Instalaciones en los edificios. Cype 2008”, dichas tablas provienen de los apartados 2.3.7.5.1 refrigeración y 2.3.7.5.2 calefacción, del presente anexo.

Recinto	Planta	Carga interna		Ventilación		
		Sensible (kcal/h)	Total (kcal/h)	Caudal (m ³ /h)	Sensible (kcal/h)	Carga total (kcal/h)
Comedor planta baja	Planta baja	10587.73	14588.87	5037.14	1078.06	24419.00
Comedor planta alta	Planta 1	9785.45	13576.80	3984.81	852.83	19317.50
Vestuario	Planta 1	173.75	238.04	45.52	2.65	205.75
Vestuario2	Planta 1	178.65	242.79	43.90	2.56	198.45
Oficina	Planta 1	266.17	423.30	27.48	18.64	141.06

ANEXOS

Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación	
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (kcal/h)
Comedor planta baja	Planta baja	7317.62	5037.14	27524.86
Comedor planta alta	Planta 1	4757.98	3984.81	21774.50
Vestuario	Planta 1	291.37	45.52	248.74
Vestuario2	Planta 1	235.90	43.90	239.90
Oficina	Planta 1	575.05	27.48	150.15

La presente tabla 2.3.4 muestra el caudal de ventilación necesario a introducir en los diferentes recintos del local, utilizando los valores de la tabla 2.3.3 referidas a la normativa de ventilación UNE.

CAUDAL DE AIRE POR RECINTOS DEL LOCAL						
	Superficie público (m ²)	Ocupación (nº pers.)	Caudal por persona (l/s)	Caudal por m ² (l/s)	Caudal por ocupación (m ³ /h)	Caudal por superficie (m ³ /h)
Comedor planta principal	232,32	114	10	6	4104	5018,11
Comedor planta primera	183,55	84	10	6	3024	3964,68
Zona de cocinas	56,95	8	8	2	230,4	410,04
Vestuario hombres	5,05	2	X	2,5	X	45,45
Vestuario mujeres	5,05	2	X	2,5	X	45,45
Oficina	7,59	1	10	1	36	27,32

Tabla 2.3.4. Caudal de ventilación de los recintos.

Si comparamos los valores obtenidos mediante la opción más restrictiva, correspondiente al caudal por superficie (m³/h), a los calculados por el programa CYPE vemos que la diferencia es insignificativa.

	Tabla 2.3.4. Caudal (m³/h)	CYPE Caudal (m³/h)
Comedor planta principal	5018,11	5037,14
Comedor planta primera	3964,68	3984,81
Vestuario hombres	45,45	45,52
Vestuario mujeres	45,45	43,9
Oficina	27,32	27,48

2.3.2.3.2. Caudal de aire necesario de extracción

En función del grado de contaminación del local se deberá aplicar un mayor o menor número de renovaciones/hora de todo el volumen del mismo, según se observa en la tabla 2.3.5.

Esta tabla se basa en criterios de Seguridad e Higiene en el trabajo y pretende evitar que los ambientes lleguen a un grado de contaminación ambiental que pueda ser perjudicial para los operarios, pero sin partir ni del número de los mismos ni de criterios más científicos.

Observamos que, a medida que el grado de posible contaminación del recinto es mayor, aumenta la cantidad de renovaciones a aplicar siendo más difícil determinar con precisión cuál es el número exacto de renovaciones para conseguir un ambiente limpio con plenas garantías, por lo que será la propia experiencia la que nos oriente en casos como estos, especialmente si se alcanzan niveles de contaminación importantes.

Renovación del aire en locales habitados	Renovaciones/hora N
Oficinas generales	5 - 6
Bar del hotel	5 - 8
Restaurantes lujosos (espaciosos)	5 - 6
Cafeterías y Comidas rápidas	15 - 18
Cocinas industriales (indispensable usar campana)	15 - 20
Oficinas generales	5 - 6
Lavabos	13 - 15

Tabla 2.3.5. Número de renovaciones del aire según el local.

En el programa de cálculo utilizado hemos introducido unos valores de renovaciones/hora de entre 6-8 para los comedores de ambas plantas.

2.3.2.3.3. Temperatura operativa y humedad relativa

Las condiciones interiores de diseño fijarán una temperatura operática durante el invierno de 22°C y durante el verano de 24°C. La humedad relativa en el interior del local será de alrededor del 50% en ambos periodos.

2.3.2.3.4. Velocidad media del aire

La velocidad del aire en la zona ocupada se mantendrá dentro de los límites de bienestar, siendo ésta no superior a 6 m/s, teniendo en cuenta la actividad de las personas y su vestimenta, así como la temperatura del aire y la turbulencia.

La velocidad media admisible del aire en la zona ocupada (V), se calculará mediante la expresión 3.1.

$$V = \frac{t}{100} - 0,07 \quad \text{Expresión 2.3.1.}$$

donde:

t = temperatura seca del aire en el recinto, entre los 20°C y 27°C.

2.3.2.4. Calidad del aire interior

Por el tipo de edificio serán válidos los requisitos de calidad del aire interior establecidos en la Sección HS 3 del CTE-DB-HS (Salubridad).

No obstante, la calidad del aire interior será del tipo IDA 3, aire de calidad media, según lo establecido en la IT 1.1.4.2.

2.3.2.3.5. Caudal mínimo de aire exterior de ventilación

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación necesario para alcanzar la categoría IDA 3, se calculará de acuerdo al método indirecto de caudal de aire exterior por persona.

La tabla 2.3.6, nos muestra el caudal de aire exterior en dm³/s por persona según la categoría del aire interior.

Categoría	dm ³ /s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Tabla 2.3.6. Caudal aire exterior

Establecemos que en el interior del local no está permitido fumar, en caso contrario el caudal del aire exterior de ventilación será como mínimo el doble de lo obtenido.

Si sabemos que la ocupación por cada planta es de alrededor de 100 personas, encontramos un caudal de aire exterior de 800 dm³/s por planta, es decir, 0,8 m³/s de aire exterior para ventilación.

El aire exterior recibirá siempre un filtraje y un tratamiento térmico antes de ser introducido al interior de los locales a climatizar, según especifica la citada norma, teniendo en cuenta la dirección de los vientos predominantes de la zona.

2.3.2.3.6. Aire de extracción

El aire de extracción del local será de la categoría AE 2, moderado nivel de contaminación. Y el caudal del aire de extracción será como mínimo de 2 dm³/s por cada m² de superficie en planta.

El caudal mínimo del aire de extracción por planta se muestra a continuación:

	Superficie (m ²)	Caudal extracción (dm ³ /s)
Planta baja	232,32	464,64
Planta primera	183,55	367,1

Tabla 2.3.7. Caudal mínimo aire extracción.

El caudal mínimo de aire de extracción corresponderá a 1.672,70 m³/h para la planta baja y 1.321,56 m³/h para la primera planta. Debido al número de renovaciones/h superamos ampliamente dichos caudales de extracción.

2.3.2.3.7. Recuperación de calor del aire de ventilación

La recuperación de la energía debida a la introducción de aire de ventilación en el local se realizará mediante recuperadores entálpicos. Estos son básicamente un intercambiador de calor a contracorriente de dos flujos a distintas temperaturas que se cruzan sin mezclarse, este factor provoca un pretratamiento del aire a introducir, aprovechando las características del expulsado, para evitar saltos de temperaturas altos y, de esta manera, reducir la carga térmica a aportar al fluido “nuevo”, ahorrando así energía.

Los modelos instalados en las diferentes plantas del local irán conectados y situados bajo los diferentes fancoils distribuidos en cada zona, los modelos corresponden a:

- Recuperadores entálpicos en PB, 3 unidades serie CADB-D/DI/DC modelo CADB-D-30 HG4 de Salvador Escoda.
- Recuperadores entálpicos en P1, 2 unidades serie CADB-D/DI/DC modelo CADB-D-30 HG4 de Salvador Escoda.

2.3.2.3.8. Recuperación de calor del aire de extracción

Tal y como se indica en la IT 1.2.4.5.2 del RITE 2007, en los sistemas de climatización en los que el caudal de aire expulsado al exterior, por medios mecánicos, sea superior a 0,5 m³/s se recuperará la energía del aire expulsado.

Debido a esta característica y que en el caso que nos ocupa el caudal de aire de extracción corresponde a:

$$\text{Caudal aire de extracción PB} = 2,33 \text{ m}^3/\text{s}$$

Caudal aire de extracción $P1 = 1,17 \text{ m}^3/\text{s}$

Se instalarán recuperadores entálpicos conectados a los ventiladores de extracción con el caudal de tratamiento de aire apropiado según al tipo de ventilador al que se conecten. En concreto se dispondrá de los siguientes modelos:

- Recuperadores entálpicos en PB, 2 unidades serie CADB-D/DI/DC modelo CADB-D-45 HG4 de Salvador Escoda, junto a los ventiladores de extracción.
- Recuperador entálpico en cubierta, 1 unidades serie CADB-D/DI/DC modelo CADB-D-45 HG4 de Salvador Escoda, junto al ventilador de extracción.

2.3.3. LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

2.3.3.1. DEMANDA ENERGÉTICA

La demanda energética del local se limita en función del clima de la localidad en la que se ubican, según la zonificación climática establecida en el apartado 2.3.3.4., y de la carga interna en sus espacios según el apartado 2.3.3.5.

La demanda energética será inferior a la correspondiente a un edificio en el que los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores que componen su envolvente térmica, sean los valores límites establecidos en la tabla 2.3.8.

Lleida zona climática D3:

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno;

$$U_{Mlim}: 0,66 \text{ W/ m}^2 \text{ K}$$

Transmitancia límite de suelos;

$$U_{Slim}: 0,49 \text{ W/ m}^2 \text{ K}$$

Transmitancia límite de cubiertas;

$$U_{Clim}: 0,38 \text{ W/ m}^2 \text{ K}$$

Factor solar modificado límite de lucernarios;

$$F_{Lim}: 0,28$$

% de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ $U_{Hlim} \text{ W/m}^2\text{K}$				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
					Baja carga interna			Alta carga interna		
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,0 (3,5)	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,5 (2,9)	2,9 (3,3)	3,5	3,5	-	-	-	0,54	-	0,57
de 31 a 40	2,2 (2,5)	2,6 (2,9)	3,4 (3,5)	3,4 (3,5)	-	-	-	0,42	0,58	0,45
de 41 a 50	2,1 (2,2)	2,5 (2,6)	3,2 (3,4)	3,2 (3,4)	0,50	-	0,53	0,35	0,49	0,37
de 51 a 60	1,9 (2,1)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)	3,0 (3,1)	0,42	0,61	0,46	0,30	0,43	0,32

Tabla 2.3.8. Valores límites de los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica.

Los parámetros característicos que definen la envolvente térmica se agrupan en los siguientes tipos:

- a) transmitancia térmica de muros de fachada U_M .
- b) transmitancia térmica de cubiertas U_C .
- c) transmitancia térmica de suelos U_S .
- d) transmitancia térmica de cerramientos en contacto con el terreno U_T .
- e) transmitancia térmica de huecos U_H .
- f) factor solar modificado de huecos F_H .
- g) factor solar modificado de lucernarios F_L .
- h) transmitancia térmica de medianerías U_{MD} .

2.3.3.2. CONDENSACIONES

Las condensaciones superficiales en los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio, se limitarán de forma que se evite la formación de mohos en su superficie interior. Para ello, en aquellas superficies interiores de los cerramientos que puedan absorber agua o susceptibles de degradarse y especialmente en los puentes térmicos de los mismos, la humedad relativa media mensual en dicha superficie será inferior al 80%.

2.3.3.3. PERMEABILIDAD AL AIRE

La permeabilidad al aire de las carpinterías, medida con una sobrepresión de 100 Pa, tendrá un valor inferior para la zona climática D de $27 \text{ m}^3/\text{h m}^2$.

Se considerarán válidos los huecos clasificados según la norma UNE EN 12 207:2000 y ensayados según la norma UNE EN 1 026:2000 para la zona climática D: huecos y lucernarios de clase 2, clase 3, clase 4.

2.3.3.4. ZONIFICACIÓN CLIMÁTICA

La zona climática de la localidad en la que se ubica el edificio se obtiene de la tabla 2.3.9 en función de la diferencia de altura que exista entre dicha localidad y la altura de referencia de la capital de su provincia.

ANEXOS

Provincia	Capital	Altura de referencia (m)	Desnivel entre la localidad y la capital de su provincia (m)				
			≥200 <400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
Albacete	D3	677	D2	E1	E1	E1	E1
Alicante	B4	7	C3	C1	D1	D1	E1
Almería	A4	0	B3	B3	C1	C1	D1
Ávila	E1	1054	E1	E1	E1	E1	E1
Badajoz	C4	168	C3	D1	D1	E1	E1
Barcelona	C2	1	C1	D1	D1	E1	E1
Bilbao	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Burgos	E1	861	E1	E1	E1	E1	E1
Cáceres	C4	385	D3	D1	E1	E1	E1
Cádiz	A3	0	B3	B3	C1	C1	D1
Castellón de la Plana	B3	18	C2	C1	D1	D1	E1
Ceuta	B3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Ciudad real	D3	630	D2	E1	E1	E1	E1
Córdoba	B4	113	C3	C2	D1	D1	E1
Coruña (a)	C1	0	C1	D1	D1	E1	E1
Cuenca	D2	975	E1	E1	E1	E1	E1
Donostia-San Sebastián	C1	5	D1	D1	E1	E1	E1
Girona	C2	143	D1	D1	E1	E1	E1
Granada	C3	754	D2	D1	E1	E1	E1
Guadalajara	D3	708	D1	E1	E1	E1	E1
Huelva	B4	50	B3	C1	C1	D1	D1
Huesca	D2	432	E1	E1	E1	E1	E1
Jaén	C4	436	C3	D2	D1	E1	E1
León	E1	346	E1	E1	E1	E1	E1
Lleida	D3	131	D2	E1	E1	E1	E1
Logroño	D2	379	D1	E1	E1	E1	E1
Lugo	D1	412	E1	E1	E1	E1	E1
Madrid	D3	589	D1	E1	E1	E1	E1
Málaga	A3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Melilla	A3	130	B3	B3	C1	C1	D1
Murcia	B3	25	C2	C1	D1	D1	E1
Ourense	C2	327	D1	E1	E1	E1	E1
Oviedo	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Palencia	D1	722	E1	E1	E1	E1	E1
Palma de Mallorca	B3	1	B3	C1	C1	D1	D1
Palmas de gran canaria (las)	A3	114	A3	A3	A3	B3	B3
Pamplona	D1	456	E1	E1	E1	E1	E1
Pontevedra	C1	77	C1	D1	D1	E1	E1
Salamanca	D2	770	E1	E1	E1	E1	E1
Santa cruz de Tenerife	A3	0	A3	A3	A3	B3	B3
Santander	C1	1	C1	D1	D1	E1	E1
Segovia	D2	1013	E1	E1	E1	E1	E1
Sevilla	B4	9	B3	C2	C1	D1	E1
Soria	E1	984	E1	E1	E1	E1	E1
Tarragona	B3	1	C2	C1	D1	D1	E1
Teruel	D2	995	E1	E1	E1	E1	E1
Toledo	C4	445	D3	D2	E1	E1	E1
Valencia	B3	8	C2	C1	D1	D1	E1
Valladolid	D2	704	E1	E1	E1	E1	E1
Vitoria-Gasteiz	D1	512	E1	E1	E1	E1	E1
Zamora	D2	617	E1	E1	E1	E1	E1
Zaragoza	D3	207	D2	E1	E1	E1	E1

Tabla 2.3.9. Zonificación climática.

El edificio está dentro de Lleida capital, por tanto, le corresponde una zonificación climática D3.

2.3.3.5. CLASIFICACIÓN DE LOS ESPACIOS

A efectos de cálculo de la demanda energética, los recintos del local serán considerados espacios habitables, los cuales, se clasifican en función de la cantidad de calor disipada en su interior, debido a la actividad realizada y al periodo de utilización de cada espacio.

Los principales espacios del local, comedores y cocina, serán de alta carga interna. Espacios en los que se genera gran cantidad de calor por causa de su ocupación, iluminación o equipos existentes.

A efectos de comprobación de la limitación de condensaciones en los cerramientos, los espacios habitables se caracterizan por el exceso de humedad interior. De acuerdo con la clasificación que se expresa en la norma EN ISO 13788: 2002, los principales espacios del local serán de clase de higometría4.

2.3.3.6. COMPROBACIÓN DE LA LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

2.3.3.6.1. Parámetros característicos medios

Tanto para las zonas de baja carga interna como para las zonas de alta carga interna del edificio, se calculará el valor de los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores como se describe en el apartado 2.3.4 de este documento, y se agruparán en las siguiente categorías:

1. cerramientos en contacto con el aire:
 - i) parte opaca, constituida por muros de fachada, cubiertas, suelos en contacto con el aire y los puentes térmicos integrados.
 - ii) parte semitransparente, constituida por huecos (ventanas y puertas) de fachada y lucernarios de cubiertas.
2. cerramientos en contacto con el terreno, clasificados según los tipos siguientes:
 - i) suelos en contacto con el terreno.
 - ii) muros en contacto con el terreno.
 - iii) cubiertas enterradas.
3. particiones interiores en contacto con espacios no habitables, clasificados según los tipos siguientes:
 - i) particiones interiores en contacto con cualquier espacio no habitable (excepto cámaras sanitarias).
 - ii) suelos en contacto con cámaras sanitarias.

Para cada categoría se determinará la media de los parámetros característicos U y F , que se obtendrá ponderando los parámetros correspondientes a cada cerramiento según su fracción de área en relación con el área total de la categoría a la que pertenece.

Se obtendrán de esta manera, los siguientes valores:

1. Transmitancia media de cubiertas U_{cm} , incluyendo en el promedio la transmitancia de los lucernarios U_L y los puentes térmicos integrados en cubierta U_{pc} .
2. Transmitancia media de suelos U_{sm} .

ANEXOS

3. Transmitancia media de muros de fachada para cada orientación U_{Mm} , incluyendo en el promedio los puentes térmicos integrados en la fachada tales como contorno de huecos U_{PF1} , pilares en fachada U_{PF2} y de cajas de persianas U_{PF3} , u otros.
4. Transmitancia media de cerramientos en contacto con el terreno U_{Tm} .
5. Transmitancia media de huecos de fachadas U_{Hm} para cada orientación.
6. Factor solar modificado medio de huecos de fachadas F_{Hm} para cada orientación.
7. Factor solar modificado medio de lucernarios de cubiertas F_{Hm} .

Los valores límite de estos parámetros característicos medios, se muestran en la tabla siguiente:

Cerramientos y particiones interiores	Componentes		Parámetros característicos	Parámetros característicos medios	Comparación con los valores límites
CUBIERTAS	C ₁	En contacto con el aire	U_{C1}	$U_{cm} = \frac{\sum A_c \cdot U_c + \sum A_{pc} \cdot U_{pc} + \sum A_L \cdot U_L}{\sum A_c + \sum A_{pc} + \sum A_L}$	$U_{cm} \leq U_{clim}$
	C ₂	En contacto con un espacio no habitable	U_{C2}		
	P _c	Puente térmico (Contorno de lucernario > 0,5 m ²)	U_{PC}		
	L	Lucernarios	U_L F_L	$F_{Lm} = \frac{\sum A_f \cdot F_L}{\sum A_f}$	$F_{Lm} \leq F_{Llim}$
FACHADAS	M ₁	Muro en contacto con el aire	U_{M1}	$U_{mm} = \frac{\sum A_m \cdot U_m + \sum A_{pf} \cdot U_{pf}}{\sum A_m + \sum A_{pf}}$	$U_{mm} \leq U_{Mlim}$
	M ₂	Muro en contacto con espacios no habitables	U_{M2}		
	P _{F1}	Puente térmico (contorno de huecos > 0,5 m ²)	U_{PF1}		
	P _{F2}	Puente térmico (pilares en fachada > 0,5 m ²)	U_{PF2}		
	P _{F3}	Puente térmico (caja de persianas > 0,5 m ²)	U_{PF3}		
	H	Huecos	U_H F_H	$U_{hm} = \frac{\sum A_h \cdot U_h}{\sum A_h}$ $F_{Hm} = \frac{\sum A_h \cdot F_H}{\sum A_h}$	$U_{hm} \leq U_{Hlim}$ $F_{Hm} \leq F_{Hlim}$
SUELOS	S ₁	Apoyados sobre el terreno	U_{S1}	$U_{sm} = \frac{\sum A_s \cdot U_s}{\sum A_s}$	$U_{sm} \leq U_{Slim}$
	S ₂	En contacto con espacios no habitables	U_{S2}		
	S ₃	En contacto con el aire exterior	U_{S3}		
CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO	T ₁	Muros en contacto con el terreno	U_{T1}	$U_{tm} = \frac{\sum A_t \cdot U_t}{\sum A_t}$	$U_{tm} \leq U_{Tlim}$
	T ₂	Cubiertas enterradas	U_{T2}		
	T ₃	Suelos a una profundidad mayor de 0,5 m	U_{T3}		

Tabla 2.3.10. Cálculo y comparación de los parámetros característicos medios.

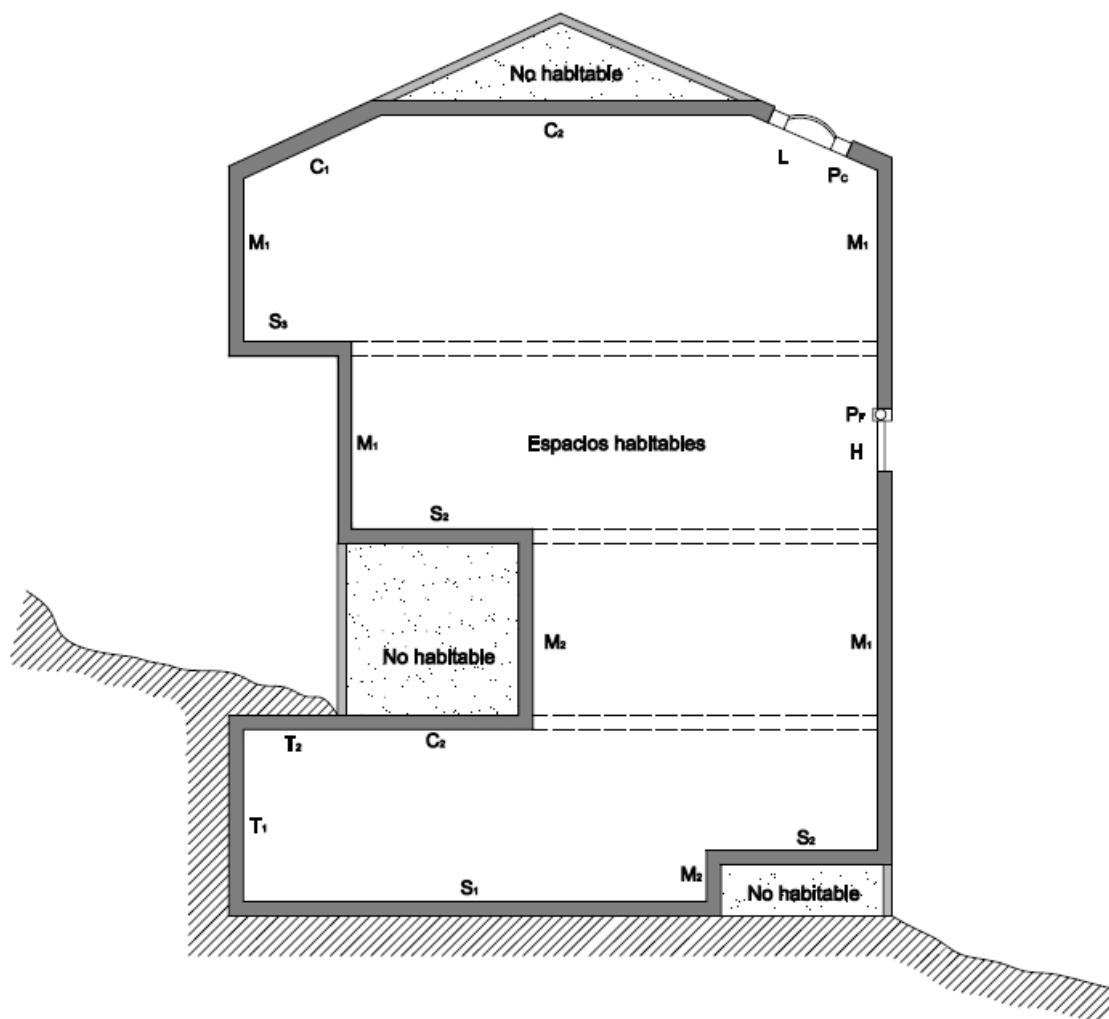


Imagen 2.3.1. Esquema de la envolvente térmica de un edificio.

2.3.3.6.2. Condensaciones

La comprobación de la limitación de condensaciones superficiales se basa en la comparación del factor de temperatura de la superficie interior f_{Rsi} y el factor de temperatura de la superficie interior mínimo $f_{Rsi,min}$ para las condiciones interiores y exteriores correspondientes al mes de enero y especificadas en el apartado 2.3.4.3 de este documento.

Para la comprobación de la limitación de condensaciones superficiales en los cerramientos y puentes térmicos se debe comprobar que el factor de temperatura de la superficie interior es superior al factor de temperatura de la superficie interior mínimo. Este factor se podrá obtener a partir de la tabla 2.3.11 en función del tipo de espacio, clasificado según el apartado y la zona climática donde se encuentre el edificio. De la tabla hallamos que $f_{Rsi,min} = 0,75$.

ANEXOS

Categoría del espacio	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Clase de higrometría 5	0.80	0.80	0.80	0.90	0.90
Clase de higrometría 4	0.66	0.66	0.69	0.75	0.78
Clase de higrometría 3 o inferior a 3	0.50	0.52	0.56	0.61	0.64

Tabla 2.3.11. Factor de temperatura de la superficie interior mínimo $f_{Rsi,min}$.

2.3.4. CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LA DEMANDA

2.3.4.1. TRANSMITANCIA TÉRMICA

2.3.4.1.1. Cerramientos en contacto con el aire exterior

Este cálculo es aplicable a la parte opaca de todos los cerramientos en contacto con el aire exterior, como muros de fachada y cubiertas.

La transmitancia térmica U (W/m^2K) viene dada por la siguiente expresión:

$$U = \frac{1}{R_t} \quad \text{Expresión 2.3.2.}$$

Siendo:

R_T la resistencia térmica total del componente constructivo (m^2K/W).

La resistencia térmica total R_T de un componente constituido por capas térmicamente homogéneas debe calcularse mediante la expresión:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se} \quad \text{Expresión 2.3.3.}$$

Siendo:

R_1, R_2, \dots, R_n las resistencias térmicas de cada capa definidas según la expresión 2.3.3. (m^2K/W).

R_{si} y R_{se} las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente, tomadas de la tabla 2.3.12, de acuerdo a la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio (m^2K/W).

La resistencia térmica de una capa térmicamente homogénea viene definida por la expresión:

$$R = \frac{e}{\lambda} \quad \text{Expresión 2.3.4.}$$

Siendo:

e el espesor de la capa (m).

ANEXOS

En caso de una capa de espesor variable se considerará el espesor medio.

λ la conductividad térmica de diseño del material que compone la capa, calculada a partir de valores térmicos declarados según la norma UNE EN ISO 10 456:2001 o tomada de Documentos Reconocidos, (W/m K).

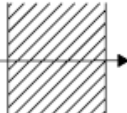
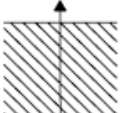
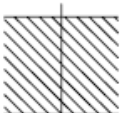
Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		Rse	Rsi
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente		0,04	0,17

Tabla 2.3.12. Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en $\text{m}^2\text{K/W}$.

La resistencia térmica de las cámaras de aires sin ventilar viene definida en la tabla 2.3.13 en función de su espesor.

e (cm)	Sin ventilar	
	horizontal	vertical
1	0,15	0,15
2	0,16	0,17
5	0,16	0,18

Tabla 2.3.13. Resistencias térmicas de cámaras de aire en $\text{m}^2 \text{K/W}$.

2.3.4.1.2. Cerramientos en contacto con el terreno

La transmitancia térmica U_s ($\text{W/m}^2\text{K}$) se obtendrá de la tabla 2.3.10 en función del ancho D de la banda de aislamiento perimétrico, de la resistencia térmica del aislante R_a calculada mediante la expresión 2.3.4 y la longitud característica B' de la solera o losa.

Se define la longitud característica B' como el cociente entre la superficie del suelo y la longitud de su semiperímetro, según la expresión:

$$B' = \frac{A}{\frac{1}{2}P}$$

Expresión 2.3.5.

Siendo:

P la longitud del perímetro de la solera (m).

A el área de la solera (m²).

Para soleras o losas sin aislamiento térmico, la transmitancia térmica U_s se tomará de la columna $R_a = 0 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ en función de su longitud característica B' .

Para soleras o losas con aislamiento continuo en toda su superficie se tomarán los valores de la columna $D \geq 1,5 \text{ m}$.

La transmitancia térmica del primer metro de losa o solera se obtendrá de la fila $B' = 1$.

B'	R_a	$D = 0,5 \text{ m}$					$D = 1,0 \text{ m}$					$D \geq 1,5 \text{ m}$				
		$R_a \text{ (m}^2 \text{ K/W)}$					$R_a \text{ (m}^2 \text{ K/W)}$					$R_a \text{ (m}^2 \text{ K/W)}$				
	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
1	2,35	1,57	1,30	1,16	1,07	1,01	1,39	1,01	0,80	0,66	0,57	-	-	-	-	-
5	0,85	0,69	0,64	0,61	0,59	0,58	0,65	0,58	0,54	0,51	0,49	0,64	0,55	0,50	0,47	0,44
6	0,74	0,61	0,57	0,54	0,53	0,52	0,58	0,52	0,48	0,46	0,44	0,57	0,50	0,45	0,43	0,41
7	0,66	0,55	0,51	0,49	0,48	0,47	0,53	0,47	0,44	0,42	0,41	0,51	0,45	0,42	0,39	0,37
8	0,60	0,50	0,47	0,45	0,44	0,43	0,48	0,43	0,41	0,39	0,38	0,47	0,42	0,38	0,36	0,35
9	0,55	0,46	0,43	0,42	0,41	0,40	0,44	0,40	0,38	0,36	0,35	0,43	0,39	0,36	0,34	0,33
10	0,51	0,43	0,40	0,39	0,38	0,37	0,41	0,37	0,35	0,34	0,33	0,40	0,36	0,34	0,32	0,31
12	0,44	0,38	0,36	0,34	0,34	0,33	0,36	0,33	0,31	0,30	0,29	0,36	0,32	0,30	0,28	0,27
14	0,39	0,34	0,32	0,31	0,30	0,30	0,32	0,30	0,28	0,27	0,27	0,32	0,29	0,27	0,26	0,25
16	0,35	0,31	0,29	0,28	0,27	0,27	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	0,29	0,26	0,25	0,24	0,23
18	0,32	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22	0,27	0,24	0,23	0,22	0,21
≥20	0,30	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,25	0,23	0,22	0,21	0,21	0,25	0,22	0,21	0,20	0,20

Tabla 2.3.14. Transmitancia térmica U_s en $\text{W/m}^2 \text{ K}$.

2.3.4.1.3. Transmitancia térmica de huecos

La transmitancia térmica de los huecos U_H ($\text{W/m}^2 \text{ K}$) se determinará mediante la siguiente expresión:

$$U_H = (1-FM) \cdot U_{H,v} + FM \cdot U_{H,m}$$

Expresión 2.3.6.

Siendo:

$U_{H,v}$ la transmitancia térmica de la parte semitransparente ($\text{W/m}^2 \text{ K}$).

$U_{H,m}$ la transmitancia térmica del marco de la ventana o lucernario, o puerta ($\text{W/m}^2 \text{ K}$).

FM la fracción del hueco ocupada por el marco.

En ausencia de datos, la transmitancia térmica de la parte semitransparente $U_{H,v}$ podrá obtenerse según la norma UNE EN ISO 10 077-1:2001.

2.3.4.2. FACTOR SOLAR MODIFICADO DE HUECOS

El factor solar modificado en el hueco F_H se determinará utilizando la siguiente expresión:

$$F_H = F_s \cdot \left[(1 - FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha \right] \quad \text{Expresión 2.3.7.}$$

Siendo:

F_s el factor de sombra del hueco obtenido de la tabla 2.3.16, en caso de que no se justifique adecuadamente el valor de F_s se debe considerar igual a la unidad.

FM la fracción del hueco ocupada por el marco en el caso de ventanas o la fracción de parte maciza en el caso de puertas.

g_{\perp} el factor solar de la parte semitransparente del hueco o lucernario a incidencia normal. El factor solar puede ser obtenido por el método descrito en la norma UNE EN 410:1998.

U_m la transmitancia térmica del marco del hueco o lucernario ($W/m^2 K$).

α la absorptividad del marco obtenida de la tabla 2.3.15 en función de su color.

Donde el color de los marcos será blanco de una tonalidad media, no brillante, y todos los huecos de ventanales de las diferentes fachadas presentarán un retranqueo aproximadamente entre 25 - 20 cm.

Color	Claro	Medio	Oscuro
Blanco	0,20	0,30	---
Amarillo	0,30	0,50	0,70
Beige	0,35	0,55	0,75
Marrón	0,50	0,75	0,92
Rojo	0,65	0,80	0,90
Verde	0,40	0,70	0,88
Azul	0,50	0,80	0,95
Gris	0,40	0,65	---
Negro	---	0,96	---

Tabla 2.3.15. Absortividad del marco para radiación solar α .

ANEXOS

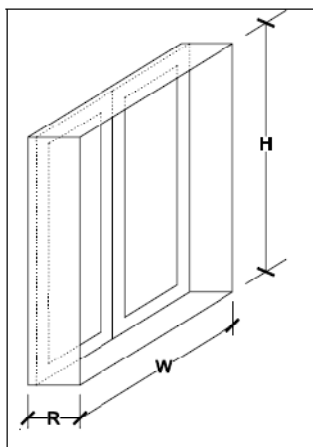
		ORIENTACIONES DE FACHADAS				
			$0,05 < R/W \leq 0,1$	$0,1 < R/W \leq 0,2$	$0,2 < R/W \leq 0,5$	$R/W > 0,5$
	S	$0,05 < R/H \leq 0,1$	0,82	0,74	0,62	0,39
		$0,1 < R/H \leq 0,2$	0,76	0,67	0,56	0,35
		$0,2 < R/H \leq 0,5$	0,56	0,51	0,39	0,27
		$R/H > 0,5$	0,35	0,32	0,27	0,17
	SE/SO	$0,05 < R/H \leq 0,1$	0,86	0,81	0,72	0,51
		$0,1 < R/H \leq 0,2$	0,79	0,74	0,66	0,47
		$0,2 < R/H \leq 0,5$	0,59	0,56	0,47	0,36
		$R/H > 0,5$	0,38	0,36	0,32	0,23
	E/O	$0,05 < R/H \leq 0,1$	0,91	0,87	0,81	0,65
		$0,1 < R/H \leq 0,2$	0,86	0,82	0,76	0,61
		$0,2 < R/H \leq 0,5$	0,71	0,68	0,61	0,51
		$R/H > 0,5$	0,53	0,51	0,48	0,39

Tabla 2.3.16. Factor de sombra para obstáculos de fachada: Retranqueo.

2.3.4.3. EJEMPLO DE CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA DEL CERRAMIENTO

2.3.4.3.1. Introducción

En este apartado demostraremos y comprobaremos los resultados obtenidos mediante el programa de cálculo CYPE, referente a las transmitancias térmicas de los cerramientos, aplicando la normativa vigente Código Técnico de la Edificación, apartado DB HE Ahorro Energía.

Únicamente demostraremos el cálculo mediante dicha normativa de los cerramientos perimetrales con el ambiente exterior, es decir, fachadas. Comprobando que la transmitancia térmica del cerramiento sea igual o similar a la obtenida mediante el programa de cálculo CYPE.

2.3.4.3.2. Aplicación de la opción simplificada

Podemos utilizar la opción simplificada siempre que se cumpla simultáneamente las condiciones siguientes:

- Que el porcentaje de huecos en cada fachada sea inferior al 60% de su superficie.
- Que el porcentaje de lucernarios sea inferior al 5% de la superficie total de la cubierta (la cubierta del local proyectado no presenta lucernarios, se cumple así esta condición).

2.3.4.3.2.1. Superficie de huecos en las fachadas

Procederemos a calcular la superficie de huecos (puertas y ventanas) de cada fachada, así como, el área de muro de cálculo resultante en cada fachada y del global del edificio. Para ello, definiremos la expresión que se muestra a continuación:

$$HF = \sum(HF_{PB} + HF_{PI})$$

Expresión 2.3.8.

Donde:

HF es la superficie de huecos de cada fachada en m², formada por la suma del área de puertas y ventanales.

Sustituyendo los respectivos valores en la expresión 2.3.8, obtenemos el área de cálculo de cada fachada y por consiguiente la resultante del edificio.

$$HF_N = 12 \cdot 1,65 \text{ m}^2 + 4,4 \text{ m}^2 = 24,2 \text{ m}^2$$

$$HF_S = 8 \cdot 1,65 \text{ m}^2 = 13,2 \text{ m}^2$$

$$HF_E = 7 \cdot 0,25 + 2,86 \text{ m}^2 + 2,09 \text{ m}^2 = 6,7 \text{ m}^2$$

$$HF_O = 12 \cdot 1,65 \text{ m}^2 + 4,4 \text{ m}^2 = 24,2 \text{ m}^2$$

$$HF_T = 24,2 + 13,2 + 6,7 + 24,2 = 68,3 \text{ m}^2$$

La superficie de cada fachada corresponde a 182 m², se observa que la superficie de huecos de cada fachada es menor al 60% de ésta.

2.3.4.3.2.2. Zonificación climática

El local de restauración está ubicado en Lleida capital, y según el apartado 3.1.1 del CTE documento DB-HE y su apéndice D, le corresponde una zonificación climática D3.

2.3.4.3.2.3. Clasificación de los espacios

Los espacios interiores de los edificios se clasifican en espacios habitables y espacios no habitables.

A efectos de cálculo de la demanda energética, los espacios habitables se clasifican en función de la cantidad de calor disipada en su interior, debido a la actividad realizada y al periodo de utilización de cada espacio.

En el restaurante los espacios son del tipo alta carga interna: espacios en los que se genera gran cantidad de calor por causa de su ocupación, iluminación o equipos existentes. Son aquellos espacios no incluidos en la definición de espacios con baja carga interna. El conjunto de estos espacios conforma la zona de alta carga interna del edificio.

A efectos de comprobación de la limitación de condensaciones en los cerramientos, los espacios habitables se caracterizan por el exceso de humedad interior. En ausencia de datos más precisos y de acuerdo con la clasificación que se expresa en la norma EN ISO 13788: 2002, establecemos los espacios del local, como: espacios de clase de higrometría 4.

2.3.4.3.2.4. Cumplimiento limitaciones de permeabilidad

La permeabilidad de las carpinterías de los huecos y lucernarios de los cerramientos, se limita en función de:

- El clima de la localidad en la que se ubican.
- Según la zonificación climática.

Como ya se ha indicado anteriormente el edificio se encuentra en zona climática C, en este caso, la permeabilidad al aire de las carpinterías, medida con una sobrepresión de 100 Pa, tendrá unos valores inferiores a $27 \text{ m}^3/\text{h m}^2$ (apartado 2.3.3, CTE DB HE).

Por lo tanto, para que se cumpla la limitación de permeabilidad de los huecos, estos serán de clase 3 (apartado 3.2.4 CTE DB HE).

2.3.4.3.3. Cálculo según la opción simplificada

Definición de la envolvente térmica y cerramientos objeto según el apartado 3.2.1.3 del CTE-DB-HE. Mostramos la siguiente imagen para mejor comprensión de las variables.

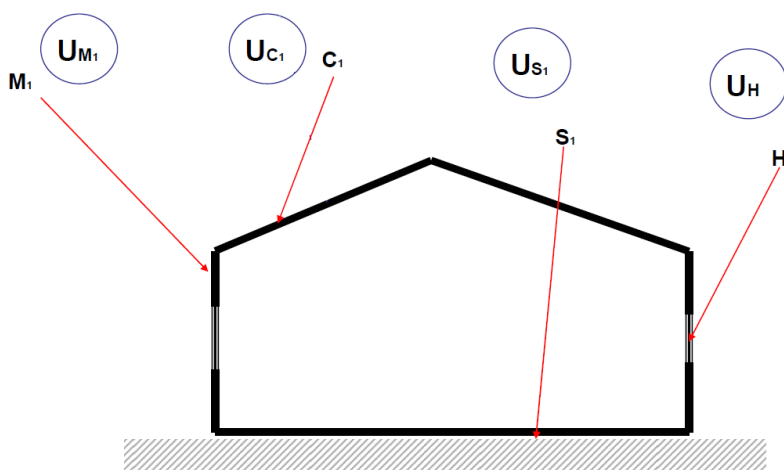


Imagen 2.3.2. Envolvente térmica del edificio.

Clasificación de los espacios del edificio según el apartado 3.1.2 del CTE-DB-HE.

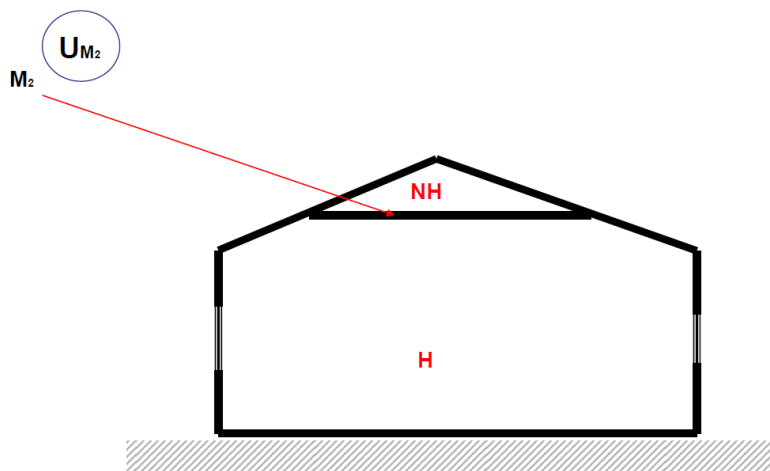


Imagen 2.3.3. Clasificación de los espacios del edificio.

Mediante la tabla 3.1 del CTE-DB-HE, correspondiente a la tabla 2.3.10 mostrada en el presente anexo, obtenemos el método de cálculo correspondiente a las fachadas, definido por la siguiente expresión:

$$U_{Mm} = \frac{\sum AM \cdot U_M + \sum APF \cdot U_{PF}}{\sum AM + \sum APF} \quad \text{Expresión 2.3.9.}$$

Siendo:

M_1 , muro en contacto con el aire U_{M1} .

M_2 , muro en contacto con espacios no habitables U_{M2} . NO EXISTEN.

P_{F1} , puente térmico (contorno de huecos $> 0,5 \text{ m}^2$), U_{PF1} . NO CUMPLE.

P_{F2} , puente térmico (pilares en fachada $> 0,5 \text{ m}^2$), U_{PF2} . NO CUMPLE.

P_{F3} , puente térmico (caja de persianas $> 0,5 \text{ m}^2$), U_{PF3} .

2.3.4.3.3.1. Tipo del cerramiento en contacto con el aire exterior

Mostramos en la imagen siguiente las capas que forman los cerramientos de fachada.

ANEXOS

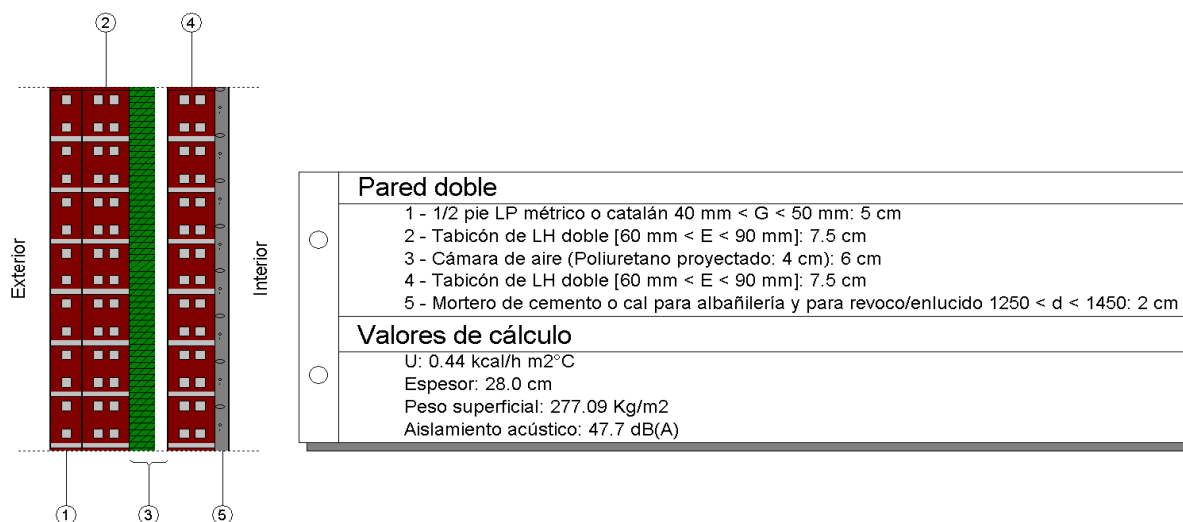


Imagen 2.3.4. Capas del cerramiento exterior, fachada.

Resistencia superficial exterior

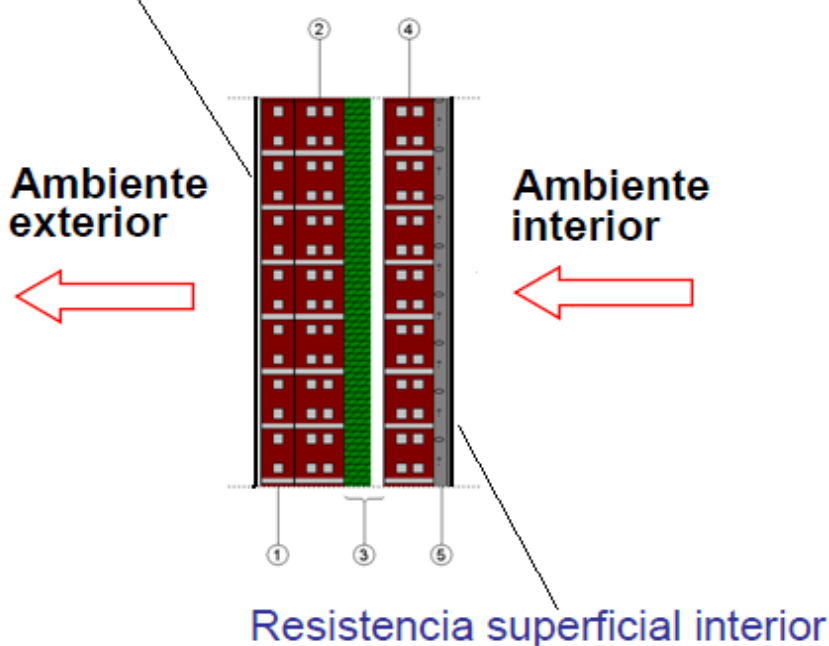


Imagen 2.3.5. Ambientes y resistencia superficiales del cerramiento.

Mostramos en la tabla presentada a continuación las características constructivas y técnicas de los materiales que forman las fachadas.

ELEMENTO	ESPESOR (cm)	CONDUCTIVIDAD (Kcal/ h m °C)	DENSIDAD (kg/m3)	CALOR ESPECIFICO (cal/ kg °C)
----------	-----------------	---------------------------------	---------------------	-------------------------------------

ANEXOS

1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 50 mm	5	0,896	2170	240
Tabicón de LH doble (60 mm < E < 90 mm)	7,5	0,323	930,6	240
Cámara de aire 40 mm poliuretano 20 mm aire	6	0,023	52	-
Tabicón de LH doble (60 mm < E < 90 mm)	7,5	0,323	930,6	240
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	2	0,602	1350	240

Tabla 2.3.17. Características de los materiales que forman el cerramiento de fachada.

2.3.4.3.3.2. Transmitancia térmica U del cerramiento

La transmitancia térmica del cerramiento U (W/m² K) viene dada por la siguiente expresión:

$$U = \frac{1}{RT} \quad \text{Expresión 2.3.10.}$$

Siendo:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_{se} = R_{si} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_3}{\lambda_3} + \frac{e_4}{\lambda_4} + \frac{e_5}{\lambda_5} + \frac{e_6}{\lambda_6} + R_{se}$$

Donde:

R_{si} y R_{se}, es la Resistencia térmica superficial según la posición del cerramiento y el sentido del flujo en m²/K W.

R, es la resistencia térmica de las capas que forman el cerramiento en m²/K W.

E, grosor de cada capa del cerramiento en m.

λ, conductividad térmica en W/m K.

Mediante la tabla 2.3.12 del presente anexo, obtenemos las resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior. El flujo de calor será en sentido horizontal, obtenemos así que:

$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

A través de la tabla 2.3.13 del presente anexo conocemos la resistencia térmica de las cámaras de aires sin ventilar en función de su espesor. Interpolando los valores tenemos que:

$$R_{aire} = 0,17 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

Substituyendo los valores en la expresión 2.3.10, hayamos la resistencia térmica total del cerramiento de fachada, mostrada en la tabla presentada a continuación:

MATERIAL	CAPA	ESPESOR (m)	Rs	λ (W/mk)	Rj = e j/λj (m2 k/W)
----------	------	-------------	----	----------	----------------------

ANEXOS

Ambiente exterior	0	-	0,04	-	0,04
1/2 pie LP métrico	1	0,05	-	0,995	0,05
Tabicón LH doble	2	0,075	-	0,49	0,15
Poliuretano	3	0,04	-	0,026	1,67
Cámara aire	4	0,02	-	-	0,17
Tabicón LH doble	5	0,075	-	0,49	0,15
Enlucido	6	0,02	-	0,3	0,07
Ambiente interior	7	-	0,13	-	0,13
RT (Resistencia térmica total, m2 k/W)					2,30

Tabla 2.3.18. Resistencia térmica total de las fachadas.

La transmitancia del cerramiento en contacto con el aire exterior, se obtiene mediante la expresión 2.3.10:

$$U_{M1} = \frac{1}{RT} = \frac{1}{2,30} = 0,43 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$U_{M1} = 0,43 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Si comparamos el resultado obtenido de la transmitancia del cerramiento (U_{M1}) con los valores obtenidos mediante el programa de cálculo CYPE, vemos que son exactos.

2.3.4.3.3.3. Transmitancia térmica media del cerramiento

Para finalizar éste apartado de cálculo; procedemos a desarrollar los pertinentes puntos para hallar la transmitancia térmica media del cerramiento que forma el local.

Establecemos el cálculo de las superficies de los cerramientos según su orientación, tal como se muestra en la tabla presentada a continuación:

Orientación	Área de fachadas (m2)	Área de ventanales (m2)	Área muro de cálculo (m2)
Norte	182	24,2	157,8
Este	163,57	13,2	150,37
Oeste	182	6,7	175,3
Sur	163,57	24,2	139,37
Área de muro de cálculo total			622,84

Tabla 2.3.19. Superficie de muro de cálculo total.

Las cajas de persianas se tratarán como cámaras de aire medianamente ventiladas; para ello, la resistencia térmica será la mitad de la encontrada en la tabla 2.3.13 del presente anexo, procedente de la tabla E-2 del apartado E-1.1.-6 del CTE-DB-HE.

Se tomará por tanto el valor de:

$$R = \frac{0,17}{2} = 0,085 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

Y su transmitancia térmica de:

$$U_{PF3} = \frac{1}{R} = \frac{1}{0,085} = 11,76 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Considerando que las cajas de persianas tienen unas dimensiones de 1,5 m de largo por 0,4 m de alto, obtenemos una superficie generalizada de las cajas de persianas de 0,6 m². Si en las cuatro fachadas del edificio se encuentra un número de ventanas de 32, encontramos una superficie total de las cajas de persianas de 19,20 m².

$$A_{PF3} = 32 (1,5 \cdot 0,40) = 19,20 \text{ m}^2$$

Finalmente encontramos la transmitancia térmica media del cerramiento aplicando la expresión 2.3.9 del presente anexo, siendo:

$$U_{Mm} = \frac{AM1 \cdot UM1 + APF3 \cdot UPF3}{AM1 + A_{PF3}} = \frac{622,84 \cdot 0,43 + 19,2 \cdot 11,76}{622,84 + 19,2} = 0,77 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$U_{Mm} = 0,77 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

2.3.4.4. CÁLCULO DE CONDENSANCIONES

2.3.4.4.1. Condiciones exteriores

Para realizar los cálculos se tomarán como temperatura exterior y humedad relativa exterior los valores medios mensuales de la localidad donde se ubique el edificio. Estos valores se obtendrán de la tabla 2.3.13.

El procedimiento a seguir para el cálculo de la humedad relativa es el siguiente:

1. Cálculo de la presión de saturación de la capital de provincia P_{sat} en (Pa), a partir de su temperatura exterior para el mes de cálculo en (°C). La presión de vapor de saturación se calculará en función de la temperatura, a partir de las siguientes ecuaciones:

Si la temperatura (θ) es mayor o igual a 0 °C:

$$P_{sat} = 610,5 \cdot e^{\frac{17,269 \cdot \theta}{237,3 + \theta}} \quad \text{Expresión 2.3.11.}$$

Si la temperatura (θ) es menor que 0 °C:

$$P_{\text{sat}} = 610,5 \cdot e^{\frac{21,875 \cdot \theta}{265,5 + \theta}} \quad \text{Expresión 2.3.12.}$$

2. Cálculo de la presión de vapor de la capital de provincia P_e en (Pa), mediante la expresión:

$$P_e = \Phi_e \cdot P_{\text{sat}}(\theta_e) \quad \text{Expresión 2.3.13.}$$

Siendo:

Φ_e la humedad relativa exterior para la capital de provincia y el mes de cálculo (en tanto por 1).

3. Cálculo de la presión de saturación de la localidad $P_{\text{sat,loc}}$ en (Pa), según el punto 1, siendo ahora θ la temperatura exterior para la localidad y el mes de cálculo en (°C).
4. Cálculo de la humedad relativa para dicha localidad y mes, mediante:

$$\phi_{e,loc} = P_e / P_{\text{sat,loc}}(\theta_{e,loc}) \quad \text{Expresión 2.3.14.}$$

Localidad		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Lleida	T_{med}	5,5	7,8	10,3	13,0	17,1	21,2	24,6	24,0	21,1	15,7	9,2	5,8
	HR_{med}	81	69	61	56	55	54	47	54	62	70	77	82

Tabla 2.3.20. Datos climáticos mensuales de Lleida, T en °C y HR en %.

2.3.4.4.2. Condiciones interiores

Se tomará una temperatura del ambiente interior igual a 20 °C para el mes de enero.

2.3.4.4.2.1. Condensaciones superficiales

El factor de temperatura de la superficie interior f_{Rsi} , para cada cerramiento, partición interior, o puentes térmicos integrados en los cerramientos, se calculará a partir de su transmitancia térmica mediante la siguiente ecuación:

$$f_{\text{Rsi}} = 1 - U \cdot 0,25 \quad \text{Expresión 2.3.15.}$$

Siendo:

U la transmitancia térmica del cerramiento, partición interior, o puente térmico integrado en el cerramiento calculada por el procedimiento descrito en el apartado E.1 ($\text{W/m}^2 \text{K}$).

El factor de temperatura de la superficie interior mínimo aceptable $f_{Rsi,min}$ de un puente térmico, cerramiento o partición interior se podrá calcular a partir de la siguiente expresión:

$$f_{Rsi,min} = \frac{\theta_{si,min} - \theta_e}{20 - \theta_e} \quad \text{Expresión 2.3.16.}$$

Siendo:

θ_e la temperatura exterior de la localidad en el mes de enero definida en la tabla 2.3.13 (°C).

$\theta_{si,min}$ la temperatura superficial interior mínima aceptable obtenida de la siguiente expresión (°C):

$$\theta_{si,min} = \frac{237.3 \log_e \left(\frac{P_{sat}}{610.5} \right)}{17.269 - \log_e \left(\frac{P_{sat}}{610.5} \right)} \quad \text{Expresión 2.3.17.}$$

Donde:

P_{sat} es la presión de saturación máxima aceptable en la superficie obtenida de la siguiente expresión (Pa):

$$P_{sat} = \frac{P_i}{0,8} \quad \text{Expresión 2.3.18.}$$

Donde:

P_i es la presión del vapor interior obtenida de la siguiente expresión (Pa):

$$P_i = \phi_i \cdot 2.337 \quad \text{Expresión 2.3.19.}$$

Donde:

ϕ_i es la humedad relativa interior definida en el apartado 3.4.3.2. (en tanto por 1).

2.3.5. CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS

2.3.5.1. INTRODUCCIÓN

Se define como carga térmica todo proceso que cambia la temperatura seca y la humedad relativa del aire de un recinto. Tiene unidades de potencia y es el resultado de la suma de dos valores: la carga sensible y la carga latente.

Se entiende por carga sensible la potencia térmica que produce un aumento de la temperatura seca del aire. Por otro lado, se entiende por carga latente la potencia térmica producida por la introducción de vapor de agua al ambiente.

La carga térmica puede calcularse tanto para refrigeración como para calefacción y siempre se toma el valor más desfavorable dentro de los cálculos. En consecuencia, cuando se calcula la carga térmica de refrigeración, es necesario estimar el día y la hora más desfavorable considerando unas condiciones exteriores e interiores según se definen en los siguientes apartados.

Un valor a tener en cuenta es la utilización de la instalación. Otro aspecto importante en el cálculo de cargas térmicas es el caso común de obtener la carga máxima en meses que no son de verano. Este hecho puede darse debido a la orientación de los huecos y a un aislamiento considerable.

2.3.5.2. TIPOS DE CARGAS TÉRMICAS

Las cargas térmicas se dividen en cargas interiores y cargas exteriores. Como su nombre indica, son los valores que proceden del interior del local y del exterior.

Además de cargas exteriores e interiores, también existen cargas con inercia térmica. Este término significa que la carga térmica no se produce instantáneamente, sino que se acumula en el interior del recinto. Éste es el caso, por ejemplo, de la radiación que se introduce a través de las ventanas. El aparato de aire acondicionado no debe suministrar potencia para la radiación que atraviesa el cristal, sino para el calor acumulado y posteriormente emitido al recinto.

A partir de la tabla mostrada a continuación, observamos la relación entre el tipo de factor que condiciona las cargas térmicas y su utilización dentro de los cálculos.

Tipo de cargas	Factores	Potencia sensible	Potencia latente	Inercia térmica	Refrigeración	Calefacción
Exteriores	Ventanas	SI	NO	SI	SI	SI
	Puertas exteriores	SI	NO	NO	SI	SI
	Paredes exteriores	SI	NO	SI	SI	SI
	Ventilación	SI	SI	NO	SI	SI
	Infiltración	SI	SI	NO	NO	SI
Interiores	Ventanas	SI	NO	NO	SI	SI
	Puertas interiores	SI	NO	NO	SI	SI
	Paredes interiores	SI	NO	SI	SI	SI
	Ocupación	SI	SI	SI	SI	NO
	Iluminación	SI	NO	SI	SI	NO
	Otras cargas	SI	SI	NO	SI	NO

Tabla 2.3.21. Factores condicionantes de las cargas térmicas.

2.3.5.3. DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS

2.3.5.3.1. Datos exteriores

Para realizar el cálculo de la carga térmica hay que seleccionar las condiciones climáticas y la situación geográfica de la obra. Todos estos datos permitirán calcular la radiación solar, la temperatura de bulbo seco y húmedo relativa para cada hora y día del año.

2.3.5.3.2. Datos de los cerramientos

Un recinto está delimitado por elementos constructivos, tales como paredes, forjados y huecos. La orientación debe ser definida para el caso de los elementos verticales que estén al exterior. Las paredes pueden definirse por capas o con un cálculo simplificado.

2.3.5.3.3. Datos de los recintos

Los recintos se definen con unas condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa. Para el cálculo de refrigeración deben definirse también, cuando sea necesario, la ocupación, la iluminación, la ventilación y la simulación de otras cargas del recinto. Además, la selección del tipo de suelo es necesaria para tener en cuenta la acumulación de calor en el recinto.

2.3.5.4. CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN

Realizamos el cálculo de la carga térmica de refrigeración mediante la simulación de las condiciones exteriores variables con las horas, los días y los meses de un año. La temperatura equivalente a la radiación y a la convección se calcula teniendo en cuenta la radiación solar y el color del cerramiento que va a ser calculado, junto con el coeficiente de convección exterior. Para ello se utiliza el concepto de temperatura sol-aire:

$$T_{\text{sol,aire}} = T_{\text{seca,ext}} + \frac{\alpha \cdot I_{\text{total}}}{h_{\text{conv,ext}}} \quad \text{Expresión 2.3.20.}$$

Donde:

$T_{\text{sol,aire}}$: Temperatura sol-aire (°C).

$T_{\text{seca,ext}}$: Temperatura seca exterior (°C).

α : Coeficiente de absorción del cerramiento exterior.

I_{total} : Radiación total que recibe el cerramiento exterior (W/m²).

$h_{\text{conv,ext}}$: Coeficiente de convección exterior del cerramiento exterior (W/m²°C).

Una vez calculada la temperatura sol-aire para cada hora del día, junto con las características del cerramiento y temperatura del recinto, se calcula la carga térmica para cada hora del día.

La carga térmica atraviesa los cerramientos con un desfase y una amortiguación determinada. Por tanto, se dice que las paredes y los forjados tienen inercia térmica. El cálculo se realiza desarrollando la ecuación diferencial de transmisión de calor para cada una de las capas del cerramiento, para lo cual se necesita la conductividad, la densidad y el calor específico.

Los muros en contacto con el terreno son omitidos en el cálculo de refrigeración, dado que producen normalmente una carga favorable.

2.3.5.4.1. Huecos exteriores

Se definen como huecos exteriores las puertas y ventanas que están en contacto con el exterior. La carga térmica que recibe cada uno de estos elementos se clasifica en dos tipos: por medio de radiación solar recibida en cada instante del día y la transmisión de calor por diferencia de temperaturas.

La radiación que incide en un hueco se ve afectada por distintos obstáculos, tales como persianas, cortinas, y en nuestro caso también el retranqueo. Para aquel caso en que el elemento se encuentre en sombra, la única radiación que aporta calor al elemento es la radiación difusa.

La energía que se transmite en forma de radiación depende también del tipo de cerramiento del interior del recinto, sin embargo, para simplificar el cálculo, se toma el suelo como el único cerramiento pues es el que más energía acumula.

$$\dot{Q} = f_{sg} \cdot S \cdot I_{ui} \quad \text{Expresión 2.3.21.}$$

Donde:

f_{sg} : Factor solar global. Se define como el producto de todos los factores solares de los accesorios del hueco.

S : Superficie del hueco (m^2).

I_{ui} : Radiación unitaria con inercia (W/m^2).

2.3.5.4.2. Cerramientos interiores

Representan una importancia relativamente pequeña en el cálculo global de la carga térmica. El cálculo no precisa de la radiación, sino de la diferencia de temperatura a ambos lados del cerramiento. En caso de haber un local no climatizado, el cálculo se realiza tomando la temperatura como la media aritmética entre la temperatura del recinto y del exterior.

2.3.5.4.3. Cargas internas

Las cargas interiores de un recinto son aquellas fuentes de calor generadas dentro del recinto. Para la definición de éstas deben tenerse en cuenta el horario y el porcentaje respecto del total de cada una ellas.

Las cargas térmicas interiores para el cálculo de refrigeración son las siguientes:

Ocupación

Las personas que ocupan un recinto, desde el punto de vista del cálculo, son fuentes de energía transmitida por conducción-convección y también por radiación, produciendo carga térmica sensible y latente. La potencia generada depende del tipo de actividad y de la temperatura del recinto, principalmente.

La radiación emitida por los ocupantes provoca un calentamiento en los cerramientos, al igual que los huecos descritos anteriormente. Dicha energía provocará una carga térmica con una amortiguación y un desfase, es decir, con inercia.

Las cargas térmicas por ocupación se calculan mediante las siguientes expresiones:

$$\dot{Q}_{\text{lat}}(i) = n(i) \cdot FC \cdot \dot{Q}_{\text{lat,pers}} \quad \text{Expresión 2.3.22.}$$

$$\dot{Q}_{\text{sen}}(i) = \dot{Q}_{\text{sen,pers}} \cdot \sum_0^{24} K(i) \cdot FC \cdot n(i) \quad \text{Expresión 2.3.23.}$$

Donde:

n: Número de personas a la hora de cálculo.

FC: Fracción de carga.

K(i): Coeficiente de inercia.

$\dot{Q}_{\text{lat,pers}}$: Potencia latente por persona a la temperatura del recinto (W).

$\dot{Q}_{\text{sen,pers}}$: Potencia sensible por persona a la temperatura del recinto (W).

Iluminación

La potencia de las luminarias de un recinto incrementa la carga térmica en dicho recinto. Además, según se ha descrito en los huecos y en la ocupación, existe un proceso de acumulación de energía en el recinto que posteriormente se va transmitiendo.

Las luminarias se dividen principalmente en dos tipos: incandescente y fluorescente. En el segundo caso debe tenerse en cuenta la posible incorporación de una reactancia.

Las cargas térmicas por ocupación se calculan mediante las siguientes expresiones, en función del tipo de luminaria instalada en cada zona:

Fluorescente con reactancia:

$$\dot{Q}_{\text{sen}}(i) = 1,2 \cdot n \cdot \dot{Q}_{\text{sen,lum}} \cdot \sum_0^{24} Kf(i) \cdot FC(i) \quad \text{Expresión 2.3.24.}$$

Fluorescente sin reactancia:

$$\dot{Q}_{\text{sen}}(i) = n \cdot \dot{Q}_{\text{sen,lum}} \cdot \sum_0^{24} Kf(i) \cdot FC(i) \quad \text{Expresión 2.3.25.}$$

Incandescente:

$$\dot{Q}_{\text{sen}(i)} = n \cdot \dot{Q}_{\text{sen,lum}} \cdot \sum_0^{24} K_i(i) \cdot FC(i) \quad \text{Expresión 2.3.26.}$$

Donde:

$\dot{Q}_{\text{sen,lum}}$: Potencia por luminaria (W).

$K_i(i)$: Coeficiente de inercia para luminarias incandescentes.

$K_f(i)$: Coeficiente de inercia para luminarias fluorescentes.

n: Número de luminarias.

Otras cargas

Definimos y añadimos al cálculo todo elemento que produzca potencia térmica, que no sean personas ni iluminación, como por ejemplo la cafetera y refrigerados situados en la zona del bar del comedor principal. Por tanto, habrá un aporte de potencia sensible y otro de potencia latente. No tiene en cuenta inercia ni porcentaje de radiación, por lo cual se considera una carga instantánea.

Ventilación

La ventilación en un recinto es fundamental en la mayoría de casos por razones de salubridad. Este hecho repercute en la carga térmica.

Una fracción de la carga térmica por ventilación pertenece a las cargas internas. Esta proporción se define como factor de bypass.

Las cargas térmicas de ventilación se calculan mediante las siguientes expresiones:

$$\dot{Q}_{\text{lat}} = 3002400 \cdot \dot{V} \cdot (W_{\text{ext}} - W_{\text{rec}}) \quad \text{Expresión 2.3.27.}$$

$$\dot{Q}_{\text{sen}} = 1200 \cdot \dot{V} \cdot (T_{\text{sec,ext}} - T_{\text{sec,rec}}) \quad \text{Expresión 2.3.28.}$$

Donde:

\dot{V} : Caudal de aire exterior para ventilación (m^3/s).

W_{ext} : Humedad específica exterior ($\text{kg}/\text{kg}_{\text{as}}$).

W_{rec} : Humedad específica del recinto ($\text{kg}/\text{kg}_{\text{as}}$).

$T_{\text{sec,ext}}$: Temperatura seca exterior ($^{\circ}\text{C}$).

$T_{\text{sec,rec}}$: Temperatura seca del recinto ($^{\circ}\text{C}$).

2.3.5.5. CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN

El dimensionamiento de la calefacción es menos complejo que el cálculo de refrigeración. Solamente se calcula la carga térmica sensible. Además, los cerramientos

exteriores no tienen en cuenta la radiación solar con la misma exactitud, pues se utiliza un coeficiente de mayoración para cada orientación.

2.3.5.5.1. Cerramientos y forjados exteriores

El cálculo de los cerramientos exteriores se realiza tomando el coeficiente de transmisión de calor, el área y la superficie del elemento:

$$Q_t = A \cdot K \cdot (T_{\text{ext}} - T_{\text{int}}) \quad \text{Expresión 2.3.29.}$$

Donde:

Q_t : Calor total a través de un cerramiento sin inercia (W).

A: Área del cerramiento (m^2).

K: Coeficiente de transmisión de calor ($W/m^2 \cdot ^\circ C$).

T_{ext} : Temperatura exterior ($^\circ C$).

T_{int} : Temperatura interior ($^\circ C$).

A continuación se enumeramos los coeficientes en función de la orientación:

Norte: 20%

Este: 10%

Sur: 0%

Oeste: 10%

Para cualquier orientación diferente a las definidas se realizaremos la interpolación pertinente.

Para el caso de los muros bajo rasante, la temperatura de contacto con el terreno se calcula en función de la temperatura exterior:

Temp. exterior ($^\circ C$)	< -2	0	3	5	> 10
Temp. Terreno ($^\circ C$)	5	6	7	8	12

Los huecos exteriores se calculan de la misma forma que los cerramientos, ya que se realiza una aproximación en el cálculo de la radiación.

2.3.5.5.2. Cerramientos interiores

Los cerramientos interiores se calculan de la misma manera que en refrigeración, es decir, tomando la temperatura del otro recinto, o en su defecto la media aritmética entre el exterior y el recinto que se va a calcular.

2.3.5.5.3. Cargas internas

Para el cálculo de calefacción no se tienen en cuenta la ocupación, ni la iluminación ni las otras cargas. De este modo se produce una posible mayoración.

Ventilación

La carga térmica por ventilación es igual que en el caso de refrigeración, tomando únicamente la carga sensible.

Porcentajes de mayoración

Una vez calculadas las cargas térmicas de calefacción, se añade un suplemento debido a la intermitencia de utilización. Además, también existe el mismo porcentaje de seguridad aplicado en refrigeración.

2.3.6. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN

2.3.6.1. CÁLCULO DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUA

El cálculo del sistema de tuberías está basado en las ecuaciones de Colebrook. El dimensionado se realiza tomando en todos los tramos una velocidad máxima y una pendiente máxima. Con estos dos parámetros es posible seleccionar el diámetro adecuado. Las pérdidas de presión que se calculan se ven afectadas por un parámetro de pérdidas menores.

A partir de una serie de caudales de fancoils y distribución de los mismos, se desea obtener los diámetros adecuados de las conducciones de agua. Una de las principales limitaciones a la hora de dimensionar una red de tuberías en un edificio es la velocidad del fluido en los mismos.

Los materiales que se utilizan determinan la rugosidad superficial del tubo con la que se va a encontrar el agua. Una mayor rugosidad del material implica mayores pérdidas en el tramo. En el caso que nos ocupa, el material de los conductos de agua para climatización, que hemos proyectado es acero negro con soldadura, con un valor de rugosidad absoluta de 0,18mm.

Una vez obtenidos los datos de partida, se procede al cálculo de la red, de acuerdo con los tipos de conducciones, diámetros, equipos y caudales demandados. Para ello se detalla la formulación que se indica a continuación.

2.3.6.1.1. Cálculo de tuberías

Para resolver los segmentos de la red se calculan las caídas de altura piezométrica para cada uno de los tramos, con la fórmula de Darcy-Weisbach.

$$h_p = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} \quad \text{Expresión 2.3.30.}$$

donde:

h_p : Pérdida de carga (m.c.a.).

f: Factor de fricción.

L: Longitud resistente de la conducción (m).

Q: Caudal que circula por la conducción (m^3/s).

g: Aceleración de la gravedad (m/s^2).

D: Diámetro interior de la conducción (m).

El factor de fricción es función del número de Reynolds (Re) representa la relación entre las fuerzas de inercia y las fuerzas viscosas en la tubería. Cuando las fuerzas viscosas son predominantes (Re con valores bajos), el fluido discurre de forma laminar por la tubería. Cuando las fuerzas de inercia predominan sobre las viscosas (Re con valores elevados), el fluido deja de moverse de una forma ordenada (laminar) y pasa a régimen turbulento.

Cuando el régimen es laminar, la importancia de la rugosidad es menor, respecto a las pérdidas debidas al propio comportamiento viscoso del fluido, que cuando es régimen turbulento, donde, por el contrario, la influencia de la rugosidad se hace más patente.

La rugosidad relativa (e/D) traduce matemáticamente las imperfecciones de la tubería, en el caso del agua, los valores de transición entre los regímenes laminar y turbulento para el número de Reynolds se encuentra en la franja de 2000 a 4000, calculándose como:

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu} \quad \text{Expresión 2.3.31.}$$

Donde:

V: Velocidad del fluido en la conducción (m/s).

D: Diámetro interior de la conducción (m).

ν : Viscosidad cinemática del fluido (m^2/s).

Para el cálculo de régimen turbulento del factor de fricción se podrá utilizar la fórmula de Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log \left(\frac{\varepsilon}{3,7 \cdot D} + \frac{2,51}{Re \cdot \sqrt{f}} \right) \quad \text{Expresión 2.3.32.}$$

2.3.6.2. CÁLCULO DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AIRE

El sistema de conducción de aire está formado por conductos, elementos de difusión y ventiladores de extracción.

2.3.6.2.1. Dimensionado

El dimensionado de los conductos se ha realizado según el método de pérdida de carga constante, que consiste, en dimensionar en primer lugar todos los conductos que abastecen el consumo con mayor pérdida de presión. Para ello se aumenta la sección hasta conseguir una velocidad máxima admisible. Posteriormente se dimensionan el resto de ramificaciones para que la pérdida de presión en el consumo sea lo más parecida posible a la del consumo más desfavorable.

2.3.6.2.2. Cálculo

El cálculo de la pérdida de presión en un tramo recto de conducto es muy parecido al descrito para las tuberías de agua. Se utiliza la fórmula de Darcy-Weisbach y el número de Reynolds del mismo modo. Sin embargo, existen ciertas diferencias que lo dificultan ya que el aire es un fluido compresible y, por tanto, la densidad puede variar. El material utilizado en los conductos es fibra de vidrio, con una rugosidad absoluta de 0,9 mm.

En primer lugar el diámetro empleado para realizar todos los cálculos de pérdidas es un diámetro equivalente:

$$D_e = \frac{1,30 \cdot (a \cdot b)^{0,625}}{(a+b)^{0,250}} \quad \text{Expresión 2.3.33.}$$

Donde:

D_e : Diámetro equivalente para conductos rectangulares (mm).

a: Anchura del conducto (mm).

b: Altura del conducto (mm).

Los coeficientes de pérdidas locales se calculan según la unión que haya en cada momento (codos, cambio de sección, bifurcaciones simples, etc.) mediante las tablas que aparecen en ASHRAE Fundamentals Handbook.

$$C = \frac{\Delta p_j}{\rho \cdot \frac{V^2}{2}} = \frac{\Delta p_j}{P_v} \quad \text{Expresión 2.3.34.}$$

Donde:

C: Coeficiente de pérdidas locales.

Δp_j : Pérdida de presión total (Pa).

ρ : Densidad (kg/m³)

V: Velocidad (m/s).

P_v : Presión dinámica (Pa).

La ecuación de Darcy-Weisbach puede adaptarse al cálculo de conductos de la siguiente forma:

$$\Delta p = \left(\frac{1000 \cdot f \cdot L}{D_h} + \sum C \right) \cdot \left(\frac{\rho \cdot V^2}{2} \right) \quad \text{Expresión 2.3.35.}$$

2.3.7. RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS DE CLIMATIZACIÓN

2.3.7.1. INTRODUCCIÓN

Todos los cálculos mostrados a continuación han sido realizados con el programa CYPE instalaciones en los edificios v.2008.a. El desarrollo de los cálculos para la obtención de cargas térmicas a partir de la transmitancia de los diferentes cerramientos que forman el local, se basa en la vigente normativa; Código Técnico de la Edificación, Documento Básico Ahorro de Energía (CTE-DB-HE) en sus secciones HE1 y HE2; y RITE y sus instrucciones técnicas complementarias.

2.3.7.2. DATOS DE LA OBRA

Término municipal: Lleida
Latitud (grados): 41.62 grados
Altitud sobre el nivel del mar: 155 m
Percentil para verano: 5.0 %
Temperatura seca verano: 26.48 °C
Temperatura húmeda verano: 22.60 °C
Oscilación media diaria: 8.4 °C
Oscilación media anual: 27.5 °C
Percentil para invierno: 97.5 %
Temperatura seca en invierno: 2.00 °C
Humedad relativa en invierno: 90 %
Velocidad del viento: 3.6 m/s
Temperatura del terreno: 6.67 °C
Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %
Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %
Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %
Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %
Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %
Porcentaje de cargas debido a la propia instalación: 3 %
Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %
Porcentaje de mayoración de cargas (Verano): 0 %

2.3.7.3. DESCRIPCIÓN DE LOS RECINTOS

Planta baja

ANEXOS

Referencia	Descripción	Conjunto	Temp. de verano	Temp. de invierno	Humedad relativa
Comedor planta baja	Restaurantes	Zona climatizada	24.0 °C	22.0 °C	50.0 %
S1	Baño no calefactado	S1	---	---	---
S2	Baño no calefactado	S2	---	---	---
S3	Baño no calefactado	S3	---	---	---
Servicio señoras P0	Baño no calefactado	Servicio señoras P0	---	---	---
Servicio caballeros P0	Baño no calefactado	Servicio caballeros P0	---	---	---
SC1	Baño no calefactado	SC1	---	---	---
SC2	Baño no calefactado	SC2	---	---	---
Servicio minusválidos	Baño no calefactado	Servicio minusválidos	---	---	---
Cocina	Zona de cocina	Cocina	---	---	---
Repostería	Local sin climatizar	Repostería	---	---	---
Lavado	Local sin climatizar	Lavado	---	---	---
Preparación platos fríos	Local sin climatizar	Preparación platos fríos	---	---	---
Mantenimiento	Local sin climatizar	Mantenimiento	---	---	---
Almacén	Local sin climatizar	Almacén	---	---	---
Cámara1	Local sin climatizar	Cámara1	---	---	---
Cámara2	Local sin climatizar	Cámara2	---	---	---
Cámara3	Local sin climatizar	Cámara3	---	---	---

Planta 1

ANEXOS

Referencia	Descripción	Conjunto	Temp de verano	Temp de invierno	Humedad relativa
Comedor planta alta	Restaurantes	Zona climatizada	24.0 °C	22.0 °C	50.0 %
Vestuario	Baño calefactado	Zona climatizada	24.0 °C	22.0 °C	50.0 %
Vestuario2	Baño calefactado	Zona climatizada	24.0 °C	22.0 °C	50.0 %
Oficina	Oficinas	Zona climatizada	24.0 °C	22.0 °C	50.0 %
Preparación	Local sin climatizar	Preparación	---	---	---
Servicio caballeros P1	Baño no calefactado	Servicio caballeros P1	---	---	---
Servicio señoras P1	Baño no calefactado	Servicio señoras P1	---	---	---
S4	Baño no calefactado	S4	---	---	---
S5	Baño no calefactado	S5	---	---	---
S6	Baño no calefactado	S6	---	---	---
SC3	Baño no calefactado	SC3	---	---	---
SC4	Baño no calefactado	SC4	---	---	---

2.3.7.4. RESULTADO DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

2.3.7.4.1. Cargas de refrigeración planta baja

ANEXOS

CARGA MAXIMA (RECINTO AISLADO)								
Recinto		Conjunto de recintos						
Comedor planta baja (Restaurantes)		Zona climatizada						
Condiciones de proyecto								
Internas		Externas						
Temperatura interior = 24.0 °C		Temperatura exterior = 24.8 °C						
Humedad relativa interior = 50.0 %		Temperatura húmeda = 22.3 °C						
Cargas de refrigeración a las 15h (13 hora solar) del día 22 de Agosto							C. LATENTE (kcal/h)	C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos exteriores								
Tipo	Orientación	Superficie (m2)	U (kcal/h m2°C)	Peso (kg/m2)	Color	Teq. (°C)		-3.58
Fachada	O	2.9	0.44	277	Intermedio	21.2		-52.35
Fachada	S	52.7	0.44	277	Intermedio	21.7		7.79
Fachada	E	58.7	0.44	277	Intermedio	24.3		-28.05
Fachada	N	20.1	0.44	277	Intermedio	20.8		
Ventanas exteriores								
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m2)	U (kcal/h m2°C)	Coef. radiación solar	Ganancia (kcal/h*m2)			1366.82
4	S	6.6	2.71	0.82	207.2			363.63
8	E	13.2	2.71	0.82	27.6			56.19
2	N	3.3	2.71	0.82	17.0			
Puertas exteriores								
Núm. puertas	Tipo	Orientación	Superficie (m2)	U (kcal/h m2°C)	Teq. (°C)			66.88
1	Opaca	O	2.6	5.03	29.0			50.59
1	Cristal	N	4.6	2.15	29.1			
Cubiertas								
Superficie (m2)	U (kcal/h m2°C)	Peso (kg/m2)	Color	Teq. (°C)				116.61
72.4	0.33	821	Intermedio	29				
Cerramientos interiores								
Tipo	Superficie (m2)	U (kcal/h m2°C)	Peso (kg/m2)	Teq. (°C)				-159.17
Pared interior	73.8	1.28	131	22.3				-75.84
Pared interior	37.0	1.54	106	22.7				4.90
Hueco interior	6.6	1.89		24.4				1.63
Hueco interior	2.2	1.89		24.4				2.45
Hueco interior	3.3	1.89		24.4				
Total estructural								1718.49
Ocupantes								
Actividad	Nº personas	C.lat/per (kcal/h)	C.sen/per (kcal/h)					
Sentado o en reposo	100	29.97	51.39				2996.98	5139.41
Iluminación								
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación						2524.47
Fluorescente con reactancia	2798.41	0.90						
Instalaciones y otras cargas							1004.16	1004.16
Cargas interiores							4001.14	8560.85
Cargas interiores totales								12561.99
Cargas debidas a la propia instalación		3.00%						308.38
FACTOR CALOR SENSIBLE :		0.73					Cargas internas totales	10587.73
Potencia térmica interna total								5058.87
Ventilación								
Caudal de ventilación total (m3/h)								
5037.1							23340.94	1078.06
Cargas de ventilación							23340.94	1078.06
Potencia térmica de ventilación total								24419.00

2.3.7.4.2. Cargas de refrigeración planta 1

ANEXOS

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)								
Recinto		Conjunto de recintos						
Vestuario (Baño calefactado)		Zona climatizada						
Condiciones de proyecto								
Internas		Externas						
Temperatura interior = 24.0 °C		Temperatura exterior = 24.2 °C						
Humedad relativa interior = 50.0 %		Temperatura húmeda = 22.0 °C						
Cargas de refrigeración a las 21h (19 hora solar) del día 1 de Julio							C. LATENTE (kcal/h)	C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos exteriores								
Tipo	Orientación	Superficie (m2)	U (kcal/h m2°C)	Peso (kg/m2)	Color	Teq. (°C)		1.33
Fachada	O	4.8	0.44	277	Intermedio	24.6		
Ventanas exteriores								
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m2)	U (kcal/h m2°C)	Coef. radiación solar	Ganancia (kcal/h*m2)			12.81
1	O	0.2	2.51	0.82	52.6			
Cubiertas								
Superficie (m2)	U (kcal/h m2°C)	Peso (kg/m2)	Color	Teq. (°C)				9.64
5.1	0.30	1551	Intermedio	30				
Cerramientos interiores								
Tipo	Superficie (m2)	U (kcal/h m2°C)	Peso (kg/m2)	Teq. (°C)				5.18
Pared interior	10.7	1.28	131	24.4				-7.29
Forjado	5.1	1.17	534	22.8				
							Total estructural	21.66
Ocupantes								
Actividad	Nº personas	C.lat/per (kcal/h)	C.sen/per (kcal/h)					
Sentado o en reposo	2	29.97	44.04				59.94	88.07
Iluminación								
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación						
Fluorescente con reactancia	50.58	0.76						38.33
Instalaciones y otras cargas							4.36	21.78
							Cargas interiores	64.30
							Cargas interiores totales	147.02
								211.32
Cargas debidas a la propia instalación		3.0 %						5.06
FACTOR CALOR SENSIBLE :		0.73					Cargas internas totales	64.30
							Potencia térmica interna total	173.75
								238.04
Ventilación								
Caudal de ventilación total (m3/h)								
45.5							203.10	2.65
							Cargas de ventilación	203.10
							Potencia térmica de ventilación total	2.65
								205.75
							Potencia térmica	267.40
								176.40
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 5.1 m2		87.7 kcal/h*m2		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :			443.8 kcal/h	

ANEXOS

CARGA MAXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto		Conjunto de recintos							
Vestuario2 (Baño calefactado)		Zona climatizada							
Condiciones de proyecto									
Internas					Externas				
Temperatura interior = 24.0 °C					Temperatura exterior = 24.2 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %					Temperatura húmeda = 22.0 °C				
Cargas de refrigeración a las 21h (19 hora solar) del día 1 de Julio								C. LATENTE (kcal/h)	C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos exteriores								1.28	
Tipo	Orientación	Superficie (m2)	U (kcal/h m2°C)	Peso (kg/m2)	Color	Teq. (°C)			
Fachada	O	4.6	0.44	277	Intermedio	24.6			
Ventanas exteriores								12.81	
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m2)	U (kcal/h m2°C)	Coef. radiación solar	Ganancia (kcal/h*m2)				
1	O	0.2	2.51	0.82	52.6				
Cubiertas								9.29	
Superficie (m2)	U (kcal/h m2°C)	Peso (kg/m2)	Color	Teq. (°C)					
4.9	0.30	1551	Intermedio	30					
Cerramientos interiores								5.18	
Tipo	Superficie (m2)	U (kcal/h m2°C)	Peso (kg/m2)	Teq. (°C)					
Pared interior	10.7	1.28	131	24.4					
							Total estructural	28.56	
Ocupantes								88.07	
Actividad	Nº personas	C.lat/per (kcal/h)	C.sen/per (kcal/h)						
Sentado o en reposo	2	29.97	44.04				59.94		
Iluminación								36.97	
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación							
Fluorescente con reactancia	48.78	0.76							
Instalaciones y otras cargas							4.20	21.01	
							Cargas interiores	64.14	
							Cargas interiores totales	209.03	
Cargas debidas a la propia instalación							3.0 %	5.20	
FACTOR CALOR SENSIBLE :							0.74		
							Cargas internas totales	64.14	
							Potencia térmica interna total	242.79	
Ventilación								2.56	
Caudal de ventilación total (m3/h)									
43.9							195.89		
							Cargas de ventilación	195.89	
							Potencia térmica de ventilación total	198.45	
							Potencia térmica	260.03	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 4.9 m2		90.5 kcal/h*m2		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :				441.2 kcal/h	

ANEXOS

CARGA MAXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto		Conjunto de recintos							
Oficina (Oficinas)		Zona climatizada							
Condiciones de proyecto									
Internas		Externas							
Temperatura interior = 24.0 °C		Temperatura exterior = 26.5 °C							
Humedad relativa interior = 50.0 %		Temperatura húmeda = 22.6 °C							
Cargas de refrigeración a las 17h (15 hora solar) del día 1 de Julio							C. LATENTE (kcal/h)	C. SENSIBLE (kcal/h)	
Cerramientos exteriores									
Tipo	Orientación	Superficie (m2)	U (kcal/h m2°C)	Peso (kg/m2)	Color	Teq. (°C)		-7.79	
Fachada	N	9.2	0.44	277	Intermedio	22.1		-8.34	
Fachada	O	7.5	0.44	277	Intermedio	21.5			
Ventanas exteriores									
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m2)	U (kcal/h m2°C)	Coef. radiación solar	Ganancia (kcal/h*m2)			36.68	
1	N	1.5	2.71	0.82	24.4				
Cubiertas									
Superficie (m2)	U (kcal/h m2°C)	Peso (kg/m2)	Color	Teq. (°C)				14.54	
7.6	0.30	1551	Intermedio	30					
Cerramientos interiores									
Tipo	Superficie (m2)	U (kcal/h m2°C)	Peso (kg/m2)	Teq. (°C)				-10.08	
Pared interior	9.0	1.28	131	23.1				-4.86	
Forjado	2.8	1.17	534	22.5				-12.47	
Forjado	4.3	1.78	546	22.4				3.88	
Hueco interior	1.7	1.89	25.2						
							Total estructural	11.56	
Ocupantes									
Actividad	Nº personas	C.lat/per (kcal/h)	C.sen/per (kcal/h)						
Empleado de oficina	1	51.95	52.41				51.95	52.41	
Iluminación									
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación							
Fluorescente con reactancia	106.86	0.85						91.11	
Instalaciones y otras cargas							105.17	105.17	
							Cargas interiores	157.12	
								246.86	
							Cargas interiores totales	403.98	
								7.75	
Cargas debidas a la propia instalación	3.0 %						Cargas internas totales	157.12	
FACTOR CALOR SENSIBLE :								266.17	
							Potencia térmica interna total	423.30	
Ventilación									
Caudal de ventilación total (m3/h)									
27.5							122.42	18.64	
							Cargas de ventilación	122.42	
								18.64	
							Potencia térmica de ventilación total	141.06	
							Potencia térmica	279.54	
								284.82	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 7.6 m2	73.9 kcal/h*m2						POTENCIA TÉRMICA TOTAL :	564.4 kcal/h	

2.3.7.4.3. Cargas de calefacción planta baja

ANEXOS

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
Comedor planta baja (Restaurantes)		Zona climatizada				
Condiciones de proyecto						
Internas		Externas				
Temperatura interior = 22.0 °C		Temperatura exterior = 2.0 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %		Humedad relativa exterior = 90.0 %				
						C. SENSIBLE
Cargas térmicas de calefacción						(kcal/h)
Cerramientos exteriores						28.52 463.05 567.91 212.13
Tipo	Orientación	Superficie (m2)	U (kcal/h m2°C)	Peso (kg/m2)	Color	
Fachada	O	2.9	0.44	277	Intermedio	
Fachada	S	52.7	0.44	277	Intermedio	
Fachada	E	58.7	0.44	277	Intermedio	
Fachada	N	20.1	0.44	277	Intermedio	
Ventanas exteriores						357.68 786.94 214.60
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m2)	U (kcal/h m2°C)			
4	S	6.6	2.71			
8	E	13.2	2.71			
2	N	3.3	2.71			
Puertas exteriores						292.20 237.69
Núm. puertas	Tipo	Orientación	Superficie (m2)	U (kcal/h m2°C)		
1	Opaca	O	2.6	5.03		
1	Cristal	N	4.6	2.15		
Cubiertas						496.01
Superficie (m2)	U (kcal/h m2°C)	Peso (kg/m2)	Color			
72.4	0.34	821	Intermedio			
Forjados inferiores						1570.51
Tipo	Superficie (m2)	U (kcal/h m2°C)	Peso (kg/m2)			
Solera	233.2	0.44	925			
Cerramientos interiores						944.31 568.35 125.05 41.68 62.52
Tipo	Superficie (m2)	U (kcal/h m2°C)	Peso (kg/m2)			
Pared interior	73.8	1.28	131			
Pared interior	37.0	1.54	106			
Hueco interior	6.6	1.89				
Hueco interior	2.2	1.89				
Hueco interior	3.3	1.89				
Total estructural						6969.16
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso		5.0 %				348.46
					Cargas internas totales	7317.62
Ventilación						27524.86
Caudal de ventilación total (m3/h)						
5037.1						
Potencia térmica de ventilación total						

ANEXOS

2.3.7.4.4. Cargas de calefacción planta 1

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
Comedor planta alta (Restaurantes)		Zona climatizada				
Condiciones de proyecto						
Internas		Externas				
Temperatura interior = 22.0 °C		Temperatura exterior = 2.0 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %		Humedad relativa exterior = 90.0 %				
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m2)	U (kcal/h m2°C)	Peso (kg/m2)	Color	404.92
Fachada	S	46.1	0.44	277	Intermedio	357.86
Fachada	E	37.0	0.44	277	Intermedio	454.21
Fachada	N	43.1	0.44	277	Intermedio	
Ventanas exteriores						
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m2)	U (kcal/h m2°C)			324.65
4	S	6.0	2.71			357.55
4	E	6.0	2.71			584.67
6	N	9.0	2.70			
Puertas exteriores						
Núm. puertas	Tipo	Orientación	Superficie (m2)	U (kcal/h m2°C)		
1	Cristal	E	4.4	2.15	208.41	
Cubiertas						
Superficie (m2)	U (kcal/h m2°C)	Peso (kg/m2)	Color			
184.5	0.31	1551	Intermedio	1146.17		
Cerramientos interiores						
Tipo	Superficie (m2)	U (kcal/h m2°C)	Peso (kg/m2)			
Pared interior	22.6	1.28	131	289.25		
Forjado	28.3	0.99	534	278.66		
Hueco interior	3.3	1.89		62.52		
Hueco interior	3.3	1.89		62.52		
Total estructural						4531.40
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso		5.0 %				226.57
					Cargas internas totales	4757.98
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m3/h)						
3984.8						21774.50
Potencia térmica de ventilación total						21774.50
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 184.5 m2		143.8 kcal/h*m2	POTENCIA TÉRMICA TOTAL :			26532.5 kcal/h

ANEXOS

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
Vestuario (Baño calefactado)		Zona climatizada				
Condiciones de proyecto						
Internas		Externas				
Temperatura interior = 22.0 °C		Temperatura exterior = 2.0 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %		Humedad relativa exterior = 90.0 %				
						C. SENSIBLE (kcal/h)
Cargas térmicas de calefacción						
Cerramientos exteriores						46.02
Tipo	Orientación	Superficie (m2)	U (kcal/h m2°C)	Peso (kg/m2)	Color	
Fachada	O	4.8	0.44	277	Intermedio	
Ventanas exteriores						13.43
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m2)	U (kcal/h m2°C)			
1	O	0.2	2.51			
Cubiertas						31.42
Superficie (m2)	U (kcal/h m2°C)	Peso (kg/m2)	Color			
5.1	0.31	1551	Intermedio			
Cerramientos interiores						136.75
Tipo	Superficie (m2)	U (kcal/h m2°C)	Peso (kg/m2)			
Pared interior	10.7	1.28	131			49.87
Forjado	5.1	0.99	534			
Total estructural						277.49
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso		5.0 %				13.87
					Cargas internas totales	291.37
Ventilación						248.74
Caudal de ventilación total (m3/h)						
45.5						
Potencia térmica de ventilación total						248.74
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 5.1 m2		106.8 kcal/h*m2	POTENCIA TÉRMICA TOTAL :			540.1 kcal/h

ANEXOS

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
Vestuario2 (Baño calefactado)		Zona climatizada				
Condiciones de proyecto						
Internas		Externas				
Temperatura interior = 22.0 °C		Temperatura exterior = 2.0 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %		Humedad relativa exterior = 90.0 %				
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos exteriores						44.17
Tipo	Orientación	Superficie (m2)	U (kcal/h m2°C)	Peso (kg/m2)	Color	
Fachada	O	4.6	0.44	277	Intermedio	
Ventanas exteriores						13.43
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m2)	U (kcal/h m2°C)			
1	O	0.2	2.51			
Cubiertas						30.31
Superficie (m2)	U (kcal/h m2°C)	Peso (kg/m2)	Color			
4.9	0.31	1551	Intermedio			
Cerramientos interiores						136.75
Tipo	Superficie (m2)	U (kcal/h m2°C)	Peso (kg/m2)			
Pared interior	10.7	1.28	131			
Total estructural						224.66
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso		5.0 %				11.23
					Cargas internas totales	235.90
Ventilación						239.90
Caudal de ventilación total (m3/h)						
43.9						
Potencia térmica de ventilación total						239.90
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 4.9 m2		97.5 kcal/h*m2	POTENCIA TÉRMICA TOTAL :			475.8 kcal/h

ANEXOS

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)					
Recinto		Conjunto de recintos			
Oficina (Oficinas)		Zona climatizada			
Condiciones de proyecto					
Internas		Externas			
Temperatura interior = 22.0 °C		Temperatura exterior = 2.0 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %		Humedad relativa exterior = 90.0 %			
					C. SENSIBLE
Cargas térmicas de calefacción					(kcal/h)
Cerramientos exteriores					
Tipo	Orientación	Superficie (m2)	U (kcal/h m2°C)	Peso (kg/m2)	Color
Fachada	N	9.2	0.44	277	Intermedio
Fachada	O	7.5	0.44	277	Intermedio
Ventanas exteriores					
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m2)	U (kcal/h m2°C)		
1	N	1.5	2.71		
Cubiertas					
Superficie (m2)	U (kcal/h m2°C)	Peso (kg/m2)	Color		
7.6	0.31	1551	Intermedio		
Cerramientos interiores					
Tipo	Superficie (m2)	U (kcal/h m2°C)	Peso (kg/m2)		
Pared interior	9.0	1.28	131		
Forjado	2.8	0.99	534		
Forjado	4.3	1.38	546		
Hueco interior	1.7	1.89			
Total estructural					547.67
Cargas interiores totales					
Cargas debidas a la intermitencia de uso	5.0 %				27.38
					Cargas internas totales
					575.05
Ventilación					
Caudal de ventilación total (m3/h)					
27.5					150.15
Potencia térmica de ventilación total					150.15
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 7.6 m2		95.0 kcal/h*m2	POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		725.2 kcal/h

2.3.7.5. RESUMEN DE LOS RESULTADOS

2.3.7.5.1. Resumen cargas de refrigeración

Conjunto: Zona climatizada												
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica		
		Estructural (kcal/h)	Sensible interior (kcal/h)	Total interior (kcal/h)	Sensible (kcal/h)	Total (kcal/h)	Caudal (m3/h)	Sensible (kcal/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/h*m2)	Sensible (kcal/h)	Total (kcal/h)
Comedor planta baja	Planta baja	1718.49	8560.85	12561.99	10587.73	14588.87	5037.14	1078.06	24419.00	167.27	11665.78	39007.87
Comedor planta alta	Planta 1	1676.77	7823.67	11615.02	9785.45	13576.80	3984.81	852.83	19317.50	178.31	10638.28	32894.30
Vestuario	Planta 1	21.66	147.02	211.32	173.75	238.04	45.52	2.65	205.75	87.75	176.40	443.80
Vestuario2	Planta 1	28.56	144.89	209.03	178.65	242.79	43.90	2.56	198.45	90.45	181.21	441.24
Oficina	Planta 1	11.56	246.86	403.98	266.17	423.30	27.48	18.64	141.06	73.94	284.82	564.36
Total							9138.8					
Carga total simultánea												72435.9

2.3.7.5.2. Resumen cargas de calefacción

Conjunto: Zona climatizada						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m3/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/h*m2)	Total (kcal/h)
Comedor planta baja	Planta baja	7317.62	5037.14	27524.86	149.41	34842.47
Comedor planta alta	Planta 1	4757.98	3984.81	21774.50	143.82	26532.47
Vestuario	Planta 1	291.37	45.52	248.74	106.79	540.10
Vestuario2	Planta 1	235.90	43.90	239.90	97.54	475.80
Oficina	Planta 1	575.05	27.48	150.15	95.01	725.20
Total			9138.8			
Carga total simultánea						63116.0

2.3.7.5.3. Resumen de las cargas de los conjuntos

Refrigeración		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/h*m2)	Potencia total (kcal/h)
Zona climatizada	166.4	72435.9

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (kcal/h*m2)	Potencia total (kcal/h)
Zona climatizada	145.0	63116.0

2.3.7.6. CÁLCULO DE LOS SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AIRE. CONDUCTOS

CONDUCTOS PRINCIPALES FANCOIL 1									
Tramo		Q	w x h	V	F	L	AP ₁	AP	D
Inicio	Final	(m ³ /h)	(mm)	(m/s)	(mm)	(m)	(mm.c.a.)	(mm.c.a.)	(mm.c.a.)
A17-Planta baja	A45-Planta baja	2800.0	400x400	6.0	406.3	0.94		0.09	
A17-Planta baja	A15-Planta baja	2800.0	400x400	6.0	406.3	3.03		1.05	
A15-Planta baja	A14-Planta baja	2450.0	400x400	5.7	390.0	1.50		1.13	
A14-Planta baja	A13-Planta baja	2100.0	400x300	5.4	370.0	1.50		1.40	
A13-Planta baja	A12-Planta baja	1750.0	400x300	5.1	350.0	1.50		1.48	
A12-Planta baja	A11-Planta baja	1400.0	300x300	4.8	320.0	1.50		1.63	
A11-Planta baja	A10-Planta baja	1050.0	300x250	4.4	290.0	1.50		1.68	
A10-Planta baja	A9-Planta baja	700.0	250x250	4.0	250.0	1.50		1.32	
A9-Planta baja	A3-Planta baja	350.0	250x200	2.5	222.5	1.50		1.44	

CONDUCTOS A DIFUSORES FANCOIL 1									
Tramo		Q	w x h	V	F	L	AP ₁	AP	D
Inicio	Final	(m ³ /h)	(mm)	(m/s)	(mm)	(m)	(mm.c.a.)	(mm.c.a.)	(mm.c.a.)
A15-Planta baja	A15-Planta baja	350.0	250x200	2.5	222.5	0.77	0.34	1.77	0.64
A14-Planta baja	A14-Planta baja	350.0	250x200	2.5	222.5	0.77	0.34	1.78	0.63
A13-Planta baja	A13-Planta baja	350.0	250x200	2.5	222.5	0.77	0.34	2.37	0.04
A12-Planta baja	A12-Planta baja	350.0	250x200	2.5	222.5	0.77	0.34	2.35	0.07
A11-Planta baja	A11-Planta baja	350.0	250x200	2.5	222.5	0.77	0.34	2.42	
A10-Planta baja	A10-Planta baja	350.0	250x200	2.5	222.5	0.77	0.34	2.37	0.04
A9-Planta baja	A9-Planta baja	350.0	250x200	2.5	222.5	0.77	0.34	1.95	0.47
A3-Planta baja	A3-Planta baja	350.0	250x200	2.5	222.5	0.77	0.34	1.86	0.56

CONDUCTOS PRINCIPALES FANCOIL 2									
Tramo		Q	w x h	V	F	L	AP ₁	AP	D
Inicio	Final	(m ³ /h)	(mm)	(m/s)	(mm)	(m)	(mm.c.a.)	(mm.c.a.)	(mm.c.a.)
A29-Planta baja	A43-Planta baja	3500.0	500x400	6.0	454.2	4.30		0.36	
A29-Planta baja	A42-Planta baja	3500.0	500x400	6.0	454.2	3.65		1.34	
A42-Planta baja	A28-Planta baja	3181.8	500x400	5.8	440.0	1.50		1.43	
A28-Planta baja	A27-Planta baja	2863.6	400x400	5.5	430.0	1.50		1.56	
A27-Planta baja	A26-Planta baja	2545.5	400x400	5.4	410.0	3.50		2.10	
A26-Planta baja	A23-Planta baja	2227.3	400x400	5.2	390.0	1.50		2.18	
A23-Planta baja	A22-Planta baja	1909.1	400x300	4.9	370.0	1.50		2.41	
A22-Planta baja	A20-Planta baja	1590.9	400x250	4.9	340.0	1.50		2.55	
A20-Planta baja	A21-Planta baja	1272.7	300x300	4.4	320.0	1.50		2.60	
A21-Planta baja	A19-Planta baja	954.5	300x250	4.3	280.0	3.25		2.97	
A19-Planta baja	A18-Planta baja	636.4	250x200	3.9	240.0	1.50		3.10	
A18-Planta baja	A16-Planta baja	318.2	200x200	2.5	212.2	1.50		3.25	

ANEXOS

CONDUCTOS A DIFUSORES FANCOIL 2									
Tramo		Q	w x h	V	F	L	AP ₁	AP	D
Inicio	Final	(m ³ /h)	(mm)	(m/s)	(mm)	(m)	(mm.c.a.)	(mm.c.a.)	(mm.c.a.)
A42-Planta baja	A42-Planta baja	318.2	200x200	2.5	212.2	0.77	0.28	2.85	0.90
A28-Planta baja	A28-Planta baja	318.2	200x200	2.5	212.2	0.77	0.28	2.94	0.81
A27-Planta baja	A27-Planta baja	318.2	200x200	2.5	212.2	0.77	0.28	2.15	1.60
A26-Planta baja	A26-Planta baja	318.2	200x200	2.5	212.2	0.77	0.28	2.69	1.06
A23-Planta baja	A23-Planta baja	318.2	200x200	2.5	212.2	0.77	0.28	2.69	1.06
A22-Planta baja	A22-Planta baja	318.2	200x200	2.5	212.2	0.77	0.28	3.26	0.49
A21-Planta baja	A21-Planta baja	318.2	200x200	2.5	212.2	0.77	0.28	3.25	0.50
A20-Planta baja	A20-Planta baja	318.2	200x200	2.5	212.2	0.77	0.28	3.60	0.15
A19-Planta baja	A19-Planta baja	318.2	200x200	2.5	212.2	0.77	0.28	3.51	0.24
A18-Planta baja	A18-Planta baja	318.2	200x200	2.5	212.2	0.77	0.28	3.75	0.00
A16-Planta baja	A16-Planta baja	318.2	200x200	2.5	212.2	0.77	0.28	3.64	0.11

CONDUCTOS PRINCIPALES FANCOIL 3									
Tramo		Q	w x h	V	F	L	AP ₁	AP	D
Inicio	Final	(m ³ /h)	(mm)	(m/s)	(mm)	(m)	(mm.c.a.)	(mm.c.a.)	(mm.c.a.)
A24-Planta baja	A44-Planta baja	2800.0	400x400	6.0	406.3	1.19		0.11	
A24-Planta baja	A8-Planta baja	2800.0	400x400	6.0	406.3	6.34		1.72	
A8-Planta baja	A7-Planta baja	2400.0	400x400	5.6	390.0	1.50		1.80	
A7-Planta baja	A6-Planta baja	2000.0	400x300	5.5	360.0	1.50		2.04	
A6-Planta baja	A5-Planta baja	1600.0	400x250	5.2	330.0	1.50		2.10	
A5-Planta baja	A4-Planta baja	1200.0	300x300	4.7	300.0	1.50		2.13	
A4-Planta baja	A2-Planta baja	800.0	250x250	4.2	260.0	3.00		2.55	
A2-Planta baja	A1-Planta baja	400.0	250x200	2.5	237.9	1.50		2.70	

CONDUCTOS A DIFUSORES FANCOIL 3									
Tramo		Q	w x h	V	F	L	AP ₁	AP	D
Inicio	Final	(m ³ /h)	(mm)	(m/s)	(mm)	(m)	(mm.c.a.)	(mm.c.a.)	(mm.c.a.)
A8-Planta baja	A8-Planta baja	400.0	250x200	2.5	237.9	0.77	0.45	2.67	0.70
A7-Planta baja	A7-Planta baja	400.0	250x200	2.5	237.9	0.77	0.45	2.65	0.72
A6-Planta baja	A6-Planta baja	400.0	250x200	2.5	237.9	0.77	0.45	3.32	0.05
A5-Planta baja	A5-Planta baja	400.0	250x200	2.5	237.9	0.77	0.45	2.97	0.40
A4-Planta baja	A4-Planta baja	400.0	250x200	2.5	237.9	0.77	0.45	2.86	0.51
A2-Planta baja	A2-Planta baja	400.0	250x200	2.5	237.9	0.77	0.45	3.37	
A1-Planta baja	A1-Planta baja	400.0	250x200	2.5	237.9	0.77	0.45	3.25	0.12

ANEXOS

CONDUCTOS PRINCIPALES FANCOIL 4									
Tramo		Q	w x h	V	F	L	AP ₁	AP	D
Inicio	Final	(m ³ /h)	(mm)	(m/s)	(mm)	(m)	(mm.c.a.)	(mm.c.a.)	(mm.c.a.)
A1-Planta 1	A35-Planta 1	3500.0	500x400	6.0	454.2	1.00		0.08	
A1-Planta 1	A3-Planta 1	3500.0	500x400	6.0	454.2	7.20		1.70	
A3-Planta 1	A4-Planta 1	3111.1	500x400	5.7	440.0	1.50		1.79	
A4-Planta 1	A5-Planta 1	2722.2	400x400	5.5	420.0	1.50		1.91	
A5-Planta 1	A6-Planta 1	2333.3	400x400	5.4	390.0	1.50		1.99	
A6-Planta 1	A7-Planta 1	1944.4	400x300	5.0	370.0	1.50		2.21	
A7-Planta 1	A8-Planta 1	1555.6	400x250	4.8	340.0	2.50		2.67	
A8-Planta 1	A9-Planta 1	1166.7	300x300	4.3	310.0	1.50		2.70	
A9-Planta 1	A10-Planta 1	777.8	250x250	4.1	260.0	1.50		2.80	
A10-Planta 1	A11-Planta 1	388.9	250x200	2.5	234.6	1.50		2.94	

CONDUCTOS A DIFUSORES FANCOIL 4									
Tramo		Q	w x h	V	F	L	AP ₁	AP	D
Inicio	Final	(m ³ /h)	(mm)	(m/s)	(mm)	(m)	(mm.c.a.)	(mm.c.a.)	(mm.c.a.)
A3-Planta 1	A3-Planta 1	388.9	250x200	2.5	234.6	0.52	0.31	2.29	1.16
A4-Planta 1	A4-Planta 1	388.9	250x200	2.5	234.6	0.52	0.31	2.37	1.07
A5-Planta 1	A5-Planta 1	388.9	250x200	2.5	234.6	0.52	0.31	2.68	0.77
A6-Planta 1	A6-Planta 1	388.9	250x200	2.5	234.6	0.52	0.31	2.66	0.79
A7-Planta 1	A7-Planta 1	388.9	250x200	2.5	234.6	0.52	0.31	3.29	0.16
A8-Planta 1	A8-Planta 1	388.9	250x200	2.5	234.6	0.52	0.31	3.37	0.08
A9-Planta 1	A9-Planta 1	388.9	250x200	2.5	234.6	0.52	0.31	3.27	0.18
A10-Planta 1	A10-Planta 1	388.9	250x200	2.5	234.6	0.52	0.31	3.45	
A11-Planta 1	A11-Planta 1	388.9	250x200	2.5	234.6	0.52	0.31	3.33	0.11

CONDUCTOS PRINCIPALES FANCOIL 5									
Tramo		Q	w x h	V	F	L	AP ₁	AP	D
Inicio	Final	(m ³ /h)	(mm)	(m/s)	(mm)	(m)	(mm.c.a.)	(mm.c.a.)	(mm.c.a.)
A2-Planta 1	A34-Planta 1	4850.0	800x400	6.0	534.7	1.30		0.07	
A2-Planta 1	N7-Planta 1	4050.0	600x400	6.0	488.6	2.45		0.73	
N7-Planta 1	N5-Planta 1	450.0	250x200	3.3	220.0	4.25		1.31	
N5-Planta 1	A23-Planta 1	300.0	200x200	2.9	190.0	1.25		1.48	
A23-Planta 1	A20-Planta 1	150.0	150x150	2.4	150.0	1.50		1.56	
N5-Planta 1	A24-Planta 1	150.0	150x150	2.4	150.0	2.25		1.57	
N7-Planta 1	N6-Planta 1	3600.0	500x400	5.8	470.0	3.00		1.34	
N6-Planta 1	A17-Planta 1	2400.0	400x400	5.0	410.0	2.50		0.53	
A17-Planta 1	A16-Planta 1	2000.0	400x350	4.9	380.0	1.50		0.61	
A16-Planta 1	A15-Planta 1	1600.0	400x300	4.6	350.0	1.50		0.65	
A15-Planta 1	A14-Planta 1	1200.0	300x300	4.4	310.0	1.50		0.75	
A14-Planta 1	A13-Planta 1	800.0	250x250	3.9	270.0	1.50		0.86	
A13-Planta 1	A12-Planta 1	400.0	250x200	2.5	237.9	2.75		1.13	
N6-Planta 1	A18-Planta 1	1200.0	300x300	4.4	310.0	1.50		2.00	

ANEXOS

A18-Planta 1	A19-Planta 1	800.0	250x250	3.9	270.0	1.50		2.10	
A19-Planta 1	A36-Planta 1	400.0	250x200	2.5	237.9	1.50		2.25	

CONDUCTOS A DIFUSORES FANCOIL 5									
Tramo		Q (m3/h)	w x h (mm)	V (m/s)	F (mm)	L (m)	AP ₁ (mm.c.a.)	AP (mm.c.a.)	D (mm.c.a.)
Inicio	Final								
A23-Planta 1	A23-Planta 1	150.0	150x150	2.4	150.0	0.52	0.63	2.25	0.54
A20-Planta 1	A20-Planta 1	150.0	150x150	2.4	150.0	0.52	0.63	2.26	0.53
A24-Planta 1	A24-Planta 1	150.0	150x150	2.4	150.0	0.52	0.63	2.27	0.52
A17-Planta 1	A17-Planta 1	400.0	250x200	2.5	237.9	0.52	0.32	1.34	1.45
A16-Planta 1	A16-Planta 1	400.0	250x200	2.5	237.9	0.52	0.32	1.57	1.22
A15-Planta 1	A15-Planta 1	400.0	250x200	2.5	237.9	0.52	0.32	1.24	1.54
A14-Planta 1	A14-Planta 1	400.0	250x200	2.5	237.9	0.52	0.32	1.35	1.44
A13-Planta 1	A13-Planta 1	400.0	250x200	2.5	237.9	0.52	0.32	1.54	1.25
A12-Planta 1	A12-Planta 1	400.0	250x200	2.5	237.9	0.52	0.32	1.55	1.24
A18-Planta 1	A18-Planta 1	400.0	250x200	2.5	237.9	0.52	0.32	2.60	0.19
A19-Planta 1	A19-Planta 1	400.0	250x200	2.5	237.9	0.52	0.32	2.79	0.00
A36-Planta 1	A36-Planta 1	400.0	250x200	2.5	237.9	0.52	0.32	2.67	0.12

CONDUCTOS PRINCIPALES VENTILADOR 1-A									
Tramo		Q (m3/h)	w x h (mm)	V (m/s)	F (mm)	L (m)	AP ₁ (mm.c.a.)	AP (mm.c.a.)	D (mm.c.a.)
Inicio	Final								
A41-Planta baja	N2-Planta baja	420.0	250x200	2.5	243.8	1.50		-0.52	
N3-Planta baja	N2-Planta baja	420.0	250x200	2.5	243.8	1.00		-0.67	
A40-Planta baja	N3-Planta baja	420.0	250x200	2.5	243.8	1.50		-0.40	
N4-Planta baja	N3-Planta baja	840.0	250x250	4.4	260.0	2.00		-0.64	
A39-Planta baja	N4-Planta baja	420.0	250x200	2.5	243.8	1.50		-0.42	
N5-Planta baja	N4-Planta baja	1260.0	300x300	5.0	300.0	2.00		-0.65	
A38-Planta baja	N5-Planta baja	420.0	250x200	2.5	243.8	1.50		0.56	
N6-Planta baja	N5-Planta baja	1680.0	400x250	5.1	340.0	1.00		-0.29	
A37-Planta baja	N6-Planta baja	420.0	250x200	2.5	243.8	1.50		1.29	
N13-Planta baja	N6-Planta baja	2100.0	400x300	5.7	360.0	2.00		0.44	
A36-Planta baja	N13-Planta baja	420.0	250x200	2.5	243.8	1.50		2.04	
N13-Planta baja	A46-Planta baja	2520.0	400x400	6.0	385.4	5.21		1.19	
A46-Planta baja	A47-Planta baja	4200.0	500x500	6.0	497.6	0.56		0.52	

CONDUCTOS A REJILLAS VENTILADOR 1-A									
Tramo		Q (m3/h)	w x h (mm)	V (m/s)	F (mm)	L (m)	AP ₁ (mm.c.a.)	AP (mm.c.a.)	D (mm.c.a.)
Inicio	Final								
A41-Planta baja	A41-Planta baja	420.0	250x200	2.5	243.8	0.77	0.56	0.28	2.56

ANEXOS

A40-Planta baja	A40-Planta baja	420.0	250x200	2.5	243.8	0.77	0.56	0.39	2.44
A39-Planta baja	A39-Planta baja	420.0	250x200	2.5	243.8	0.77	0.56	0.38	2.46
A38-Planta baja	A38-Planta baja	420.0	250x200	2.5	243.8	0.77	0.56	1.35	1.48
A37-Planta baja	A37-Planta baja	420.0	250x200	2.5	243.8	0.77	0.56	2.08	0.75
A36-Planta baja	A36-Planta baja	420.0	250x200	2.5	243.8	0.77	0.56	2.83	

CONDUCTOS PRINCIPALES VENTILADOR 1-B									
Tramo		Q	w x h	V	F	L	AP ₁	AP	D
Inicio	Final	(m ³ /h)	(mm)	(m/s)	(mm)	(m)	(mm.c.a.)	(mm.c.a.)	(mm.c.a.)
N39-Planta baja	A25-Planta baja	420.0	250x200	2.5	243.8	1.25		-0.65	
N28-Planta baja	N39-Planta baja	420.0	250x200	2.5	243.8	1.00		-0.79	
N28-Planta baja	A30-Planta baja	420.0	250x200	2.5	243.8	1.25		-0.53	
N29-Planta baja	N28-Planta baja	840.0	250x250	4.4	260.0	2.00		-0.76	
N29-Planta baja	A34-Planta baja	420.0	250x200	2.5	243.8	1.25		-0.55	
N30-Planta baja	N29-Planta baja	1260.0	300x300	4.6	310.0	2.00		-0.77	
N30-Planta baja	A31-Planta baja	420.0	250x200	2.5	243.8	1.25		0.43	
N31-Planta baja	N30-Planta baja	1680.0	400x250	5.1	340.0	1.00		-0.41	
N31-Planta baja	A32-Planta baja	420.0	250x200	2.5	243.8	1.25		1.16	
N32-Planta baja	N31-Planta baja	2100.0	400x300	5.4	370.0	2.00		0.32	
N32-Planta baja	A35-Planta baja	420.0	250x200	2.5	243.8	1.25		1.91	
N33-Planta baja	N32-Planta baja	2520.0	400x400	5.6	400.0	2.00		1.07	
N33-Planta baja	A33-Planta baja	420.0	250x200	2.5	243.8	1.25		2.37	
A48-Planta baja	N33-Planta baja	2940.0	400x400	6.0	416.3	6.26		1.54	
A48-Planta baja	A49-Planta baja	4200.0	500x500	6.0	497.6	0.56		0.52	

CONDUCTOS A REJILLAS VENTILADOR 1-B									
Tramo		Q	w x h	V	F	L	AP ₁	AP	D
Inicio	Final	(m ³ /h)	(mm)	(m/s)	(mm)	(m)	(mm.c.a.)	(mm.c.a.)	(mm.c.a.)
A25-Planta baja	A25-Planta baja	420.0	250x200	2.5	243.8	0.77	0.56	0.15	3.02
A30-Planta baja	A30-Planta baja	420.0	250x200	2.5	243.8	0.77	0.56	0.26	2.91
A31-Planta baja	A31-Planta baja	420.0	250x200	2.5	243.8	0.77	0.56	1.22	1.95
A32-Planta baja	A32-Planta baja	420.0	250x200	2.5	243.8	0.77	0.56	1.95	1.21
A33-Planta baja	A33-Planta baja	420.0	250x200	2.5	243.8	0.77	0.56	3.17	
A34-Planta baja	A34-Planta baja	420.0	250x200	2.5	243.8	0.77	0.56	0.25	2.92
A35-Planta baja	A35-Planta baja	420.0	250x200	2.5	243.8	0.77	0.56	2.70	0.47

CONDUCTOS PRINCIPALES VENTILADOR 2 P1									
Tramo		Q	w x h	V	F	L	DP ₁	DP	D
Inicio	Final	(m ³ /h)	(mm)	(m/s)	(mm)	(m)	(mm.c.a.)	(mm.c.a.)	(mm.c.a.)
N1-Planta 1	A25-Planta 1	1260.0	300x300	4.4	320.0	1.10		1.47	

ANEXOS

N1-Planta 1	A27-Planta 1	1260.0	300x300	4.4	320.0	1.00		1.46	
A27-Planta 1	A28-Planta 1	840.0	300x250	3.8	280.0	1.85		1.45	
A28-Planta 1	A29-Planta 1	420.0	250x200	2.5	243.8	1.70		1.46	
N4-Planta 1	N1-Planta 1	2520.0	400x400	5.1	420.0	1.30		1.15	
A30-Planta 1	N4-Planta 1	1680.0	400x300	4.6	360.0	6.00		4.74	
A31-Planta 1	A30-Planta 1	1260.0	300x300	4.4	320.0	2.00		4.29	
A32-Planta 1	A31-Planta 1	840.0	300x250	3.8	280.0	1.00		4.23	
A33-Planta 1	A32-Planta 1	420.0	250x200	2.5	243.8	2.00		4.26	
N28-Planta 1	N4-Planta 1	4200.0	600x400	6.0	497.6	3.90		2.15	
N28-Planta 1	N5-Cubierta	4200.0	500x500	6.0	497.6	0.25		1.48	
N5-Cubierta	A6-Cubierta	4200.0	500x500	6.0	497.6	4.36		1.15	
A6-Cubierta	A7-Cubierta	4200.0	500x500	6.0	497.6	1.11		0.55	

CONDUCTOS A REJILLAS VENTILADOR 2 P1									
Tramo		Q (m ³ /h)	w x h (mm)	V (m/s)	F (mm)	L (m)	DP ₁ (mm.c.a.)	DP (mm.c.a.)	D (mm.c.a.)
Inicio	Final								
A25-Planta 1	A25-Planta 1	420.0	250x200	2.5	243.8	0.52	0.40	2.18	3.88
A27-Planta 1	A27-Planta 1	420.0	250x200	2.5	243.8	0.52	0.40	2.17	3.89
A28-Planta 1	A28-Planta 1	420.0	250x200	2.5	243.8	0.52	0.40	2.16	3.90
A29-Planta 1	A29-Planta 1	420.0	250x200	2.5	243.8	0.52	0.40	2.09	3.97
A30-Planta 1	A30-Planta 1	420.0	250x200	2.5	243.8	0.52	0.40	6.06	
A31-Planta 1	A31-Planta 1	420.0	250x200	2.5	243.8	0.52	0.40	5.00	1.05
A32-Planta 1	A32-Planta 1	420.0	250x200	2.5	243.8	0.52	0.40	4.94	1.12
A33-Planta 1	A33-Planta 1	420.0	250x200	2.5	243.8	0.52	0.40	4.88	1.18

Abreviaturas:

Q: Caudal.

w x h: Dimensiones (ancho x alto).

v: Velocidad.

F: diámetro equivalente.

L: Longitud

ΔP_1 : Pérdida de presión.

ΔP : Pérdida de presión acumulada.

D: Pérdida de presión respecto al difusor o rejilla más desfavorable.

2.3.7.7. CÁLCULO DE LOS SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AIRE. DIFUSORES Y REJILLAS

DIFUSORES FANCOIL 1									
Tipo	w x h (mm)	Q (m ³ /h)	A (cm ²)	X (m)	P (dB(A))	DP ₁ (mm.c.a.)	DP (mm.c.a.)	D (mm.c.a.)	
A45-Planta baja: Rejilla de toma	1500x330	2800.0	2548.26		17.9	0.00	0.09	0.00	

ANEXOS

de aire								
A15-Planta baja: Rejilla de impulsión	600x150	350.0	473.30	5.7	6.9	0.34	1.77	0.64
A14-Planta baja: Rejilla de impulsión	600x150	350.0	473.30	5.7	6.9	0.34	1.78	0.63
A13-Planta baja: Rejilla de impulsión	600x150	350.0	473.30	5.7	6.9	0.34	2.37	0.04
A12-Planta baja: Rejilla de impulsión	600x150	350.0	473.30	5.7	6.9	0.34	2.35	0.07
A11-Planta baja: Rejilla de impulsión	600x150	350.0	473.30	5.7	6.9	0.34	2.42	0.00
A10-Planta baja: Rejilla de impulsión	600x150	350.0	473.30	5.7	6.9	0.34	2.37	0.04
A9-Planta baja: Rejilla de impulsión	600x150	350.0	473.30	5.7	6.9	0.34	1.95	0.47
A3-Planta baja: Rejilla de impulsión	600x150	350.0	473.30	5.7	6.9	0.34	1.86	0.56

DIFUSORES FANCOIL 2								
Tipo	w x h (mm)	Q (m ³ /h)	A (cm ²)	X (m)	P (dB(A))	DP ₁ (mm.c.a.)	DP (mm.c.a.)	D (mm.c.a.)
A43-Planta baja: Rejilla de toma de aire	1500x330	3500.0	2548.26		24.7	0.00	0.36	0.00
A42-Planta baja: Rejilla de impulsión	600x150	318.2	473.30	5.2	4.0	0.28	2.85	0.90
A28-Planta baja: Rejilla de impulsión	600x150	318.2	473.30	5.2	4.0	0.28	2.94	0.81
A27-Planta baja: Rejilla de impulsión	600x150	318.2	473.30	5.2	4.0	0.28	2.15	1.60
A26-Planta baja: Rejilla de impulsión	600x150	318.2	473.30	5.2	4.0	0.28	2.69	1.06
A23-Planta baja: Rejilla de impulsión	600x150	318.2	473.30	5.2	4.0	0.28	2.69	1.06
A22-Planta baja: Rejilla de impulsión	600x150	318.2	473.30	5.2	4.0	0.28	3.26	0.49
A21-Planta baja: Rejilla de impulsión	600x150	318.2	473.30	5.2	4.0	0.28	3.25	0.50
A20-Planta baja: Rejilla de impulsión	600x150	318.2	473.30	5.2	4.0	0.28	3.60	0.15
A19-Planta baja: Rejilla de impulsión	600x150	318.2	473.30	5.2	4.0	0.28	3.51	0.24
A18-Planta baja: Rejilla de impulsión	600x150	318.2	473.30	5.2	4.0	0.28	3.75	-0.00
A16-Planta baja: Rejilla de impulsión	600x150	318.2	473.30	5.2	4.0	0.28	3.64	0.11

DIFUSORES FANCOIL 3								
Tipo	w x h (mm)	Q (m ³ /h)	A (cm ²)	X (m)	P (dB(A))	DP ₁ (mm.c.a.)	DP (mm.c.a.)	D (mm.c.a.)
A44-Planta baja: Rejilla de toma de aire	1500x330	2800.0	2548.26		17.9	0.00	0.11	0.00
A8-Planta baja: Rejilla de impulsión	600x150	400.0	473.30	6.5	10.9	0.45	2.67	0.70

ANEXOS

A7-Planta baja: Rejilla de impulsión	600x150	400.0	473.30	6.5	10.9	0.45	2.65	0.72
A6-Planta baja: Rejilla de impulsión	600x150	400.0	473.30	6.5	10.9	0.45	3.32	0.05
A5-Planta baja: Rejilla de impulsión	600x150	400.0	473.30	6.5	10.9	0.45	2.97	0.40
A4-Planta baja: Rejilla de impulsión	600x150	400.0	473.30	6.5	10.9	0.45	2.86	0.51
A2-Planta baja: Rejilla de impulsión	600x150	400.0	473.30	6.5	10.9	0.45	3.37	0.00
A1-Planta baja: Rejilla de impulsión	600x150	400.0	473.30	6.5	10.9	0.45	3.25	0.12

DIFUSORES FANCOIL 4

Tipo	w x h (mm)	Q (m ³ /h)	A (cm ²)	X (m)	P (dB(A))	DP ₁ (mm.c.a.)	DP (mm.c.a.)	D (mm.c.a.)
A35-Planta 1: Rejilla de toma de aire	1500x330	3500.0	2548.26		24.7	0.00	0.08	0.00
A3-Planta 1: Rejilla de impulsión	700x150	388.9	556.20	5.8	5.2	0.31	2.29	1.16
A4-Planta 1: Rejilla de impulsión	700x150	388.9	556.20	5.8	5.2	0.31	2.37	1.07
A5-Planta 1: Rejilla de impulsión	700x150	388.9	556.20	5.8	5.2	0.31	2.68	0.77
A6-Planta 1: Rejilla de impulsión	700x150	388.9	556.20	5.8	5.2	0.31	2.66	0.79
A7-Planta 1: Rejilla de impulsión	700x150	388.9	556.20	5.8	5.2	0.31	3.29	0.16
A8-Planta 1: Rejilla de impulsión	700x150	388.9	556.20	5.8	5.2	0.31	3.37	0.08
A9-Planta 1: Rejilla de impulsión	700x150	388.9	556.20	5.8	5.2	0.31	3.27	0.18
A10-Planta 1: Rejilla de impulsión	700x150	388.9	556.20	5.8	5.2	0.31	3.45	0.00
A11-Planta 1: Rejilla de impulsión	700x150	388.9	556.20	5.8	5.2	0.31	3.33	0.11

DIFUSORES FANCOIL 5

Tipo	w x h (mm)	Q (m ³ /h)	A (cm ²)	X (m)	P (dB(A))	DP ₁ (mm.c.a.)	DP (mm.c.a.)	D (mm.c.a.)
A34-Planta 1: Rejilla de toma de aire	1500x330	4850.0	2548.26		34.6	0.00	0.07	0.00
A23-Planta 1: Rejilla de impulsión	300x100	150.0	149.83	4.3	16.1	0.63	2.25	0.54
A20-Planta 1: Rejilla de impulsión	300x100	150.0	149.83	4.3	16.1	0.63	2.26	0.53
A24-Planta 1: Rejilla de impulsión	300x100	150.0	149.83	4.3	16.1	0.63	2.27	0.52
A17-Planta 1: Rejilla de impulsión	700x150	400.0	556.20	6.0	6.0	0.32	1.34	1.45
A16-Planta 1: Rejilla de impulsión	700x150	400.0	556.20	6.0	6.0	0.32	1.57	1.22
A15-Planta 1: Rejilla de impulsión	700x150	400.0	556.20	6.0	6.0	0.32	1.24	1.54
A14-Planta 1: Rejilla de impulsión	700x150	400.0	556.20	6.0	6.0	0.32	1.35	1.44
A13-Planta 1: Rejilla de impulsión	700x150	400.0	556.20	6.0	6.0	0.32	1.54	1.25
A12-Planta 1: Rejilla de impulsión	700x150	400.0	556.20	6.0	6.0	0.32	1.55	1.24
A18-Planta 1: Rejilla de impulsión	700x150	400.0	556.20	6.0	6.0	0.32	2.60	0.19
A19-Planta 1: Rejilla de impulsión	700x150	400.0	556.20	6.0	6.0	0.32	2.79	-0.00
A36-Planta 1: Rejilla de impulsión	700x150	400.0	556.20	6.0	6.0	0.32	2.67	0.12

REJILLAS VENTILADOR 1-A

ANEXOS

Tipo	w x h (mm)	Q (m3/h)	A (cm2)	X (m)	P (dB(A))	DP ₁ (mm.c.a.)	DP (mm.c.a.)	D (mm.c.a.)
A36-Planta baja: Rejilla de retorno	600x150	420.0	401.69		16.4	0.56	2.83	0.00
A37-Planta baja: Rejilla de retorno	600x150	420.0	401.69		16.4	0.56	2.08	0.75
A38-Planta baja: Rejilla de retorno	600x150	420.0	401.69		16.4	0.56	1.35	1.48
A39-Planta baja: Rejilla de retorno	600x150	420.0	401.69		16.4	0.56	0.38	2.46
A40-Planta baja: Rejilla de retorno	600x150	420.0	401.69		16.4	0.56	0.39	2.44
A41-Planta baja: Rejilla de retorno	600x150	420.0	401.69		16.4	0.56	0.28	2.56
A47-Planta baja: Rejilla de extracción	1000x500	4200.0	3185.33		24.5	0.00	0.52	0.00

REJILLAS VENTILADOR 1-B								
Tipo	w x h (mm)	Q (m3/h)	A (cm2)	X (m)	P (dB(A))	DP ₁ (mm.c.a.)	DP (mm.c.a.)	D (mm.c.a.)
A25-Planta baja: Rejilla de retorno	600x150	420.0	401.69		16.4	0.56	0.15	3.02
A30-Planta baja: Rejilla de retorno	600x150	420.0	401.69		16.4	0.56	0.26	2.91
A31-Planta baja: Rejilla de retorno	600x150	420.0	401.69		16.4	0.56	1.22	1.95
A32-Planta baja: Rejilla de retorno	600x150	420.0	401.69		16.4	0.56	1.95	1.21
A33-Planta baja: Rejilla de retorno	600x150	420.0	401.69		16.4	0.56	3.17	0.00
A34-Planta baja: Rejilla de retorno	600x150	420.0	401.69		16.4	0.56	0.25	2.92
A35-Planta baja: Rejilla de retorno	600x150	420.0	401.69		16.4	0.56	2.70	0.47
A49-Planta baja: Rejilla de extracción	1000x500	4200.0	3185.33		24.5	0.00	0.52	0.00

REJILLAS VENTILADOR 2 (P1)								
Tipo	w x h (mm)	Q (m3/h)	A (cm2)	X (m)	P (dB(A))	DP ₁ (mm.c.a.)	DP (mm.c.a.)	D (mm.c.a.)
A25-Planta 1: Rejilla de retorno	700x150	420.0	475.12		11.3	0.40	2.18	3.88
A27-Planta 1: Rejilla de retorno	700x150	420.0	475.12		11.3	0.40	2.17	3.89
A28-Planta 1: Rejilla de retorno	700x150	420.0	475.12		11.3	0.40	2.16	3.90
A29-Planta 1: Rejilla de retorno	700x150	420.0	475.12		11.3	0.40	2.09	3.97
A30-Planta 1: Rejilla de retorno	700x150	420.0	475.12		11.3	0.40	6.06	0.00
A31-Planta 1: Rejilla de retorno	700x150	420.0	475.12		11.3	0.40	5.00	1.05
A32-Planta 1: Rejilla de retorno	700x150	420.0	475.12		11.3	0.40	4.94	1.12
A33-Planta 1: Rejilla de retorno	700x150	420.0	475.12		11.3	0.40	4.88	1.18
A7-Cubierta: Rejilla de extracción	1000x500	4200.0	3185.33		24.5	0.00	0.55	0.00

Abreviaturas:

Q: Caudal.

w x h: Dimensiones (ancho x alto).

A: Sección rectangular.

X: Alcance.

P: potencia sonora.

DP₁: Pérdida de presión.

DP: Pérdida de presión acumulada.

D: Pérdida de presión respecto al difusor o rejilla más desfavorable.

2.3.7.8. CÁLCULO DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AGUA. TUBERÍAS

TUBERÍAS (REFRIGERACIÓN)								
Tramo			F	Q	V	L	DP ₁	DP
Inicio	Final	Tipo	(mm)	(l/s)	(m/s)	(m)	(m.c.a.)	(m.c.a.)
A17-Planta baja	A17-Planta baja	Impulsión (*)	40.0	0.65	0.5	3.44	0.051	1.07
A24-Planta baja	A24-Planta baja	Impulsión	40.0	0.65	0.5	3.44	0.051	0.67
N1-Planta baja	N8-Planta baja	Impulsión (*)	63.0	2.16	0.7	3.85	0.055	0.30
N1-Planta baja	N2-Planta 1	Impulsión (*)	63.0	2.16	0.7	4.00	0.057	0.25
N8-Planta baja	A24-Planta baja	Impulsión	40.0	0.65	0.5	8.74	0.129	0.43
N8-Planta baja	N9-Planta baja	Impulsión (*)	50.0	1.51	0.8	3.50	0.082	0.38
N9-Planta baja	A17-Planta baja	Impulsión (*)	40.0	0.65	0.5	30.06	0.445	0.83
N9-Planta baja	A29-Planta baja	Impulsión	40.0	0.86	0.7	0.52	0.013	0.40
A29-Planta baja	A29-Planta baja	Impulsión	40.0	0.86	0.7	3.38	0.084	0.81
N2-Planta 1	N12-Planta 1	Impulsión	50.0	1.91	1.0	0.45	0.016	0.21
N2-Planta 1	N2-Cubierta	Impulsión (*)	80.0	4.07	0.8	3.50	0.049	0.19
A1-Planta 1	A1-Planta 1	Impulsión	40.0	0.87	0.7	2.92	0.074	0.77
A2-Planta 1	A2-Planta 1	Impulsión	40.0	1.04	0.8	2.92	0.104	1.18
N11-Planta 1	N30-Planta 1	Impulsión	40.0	1.04	0.8	12.62	0.448	0.67
N12-Planta 1	N11-Planta 1	Impulsión	40.0	1.04	0.8	0.28	0.010	0.22
N12-Planta 1	A1-Planta 1	Impulsión	40.0	0.87	0.7	6.46	0.164	0.37
N30-Planta 1	A2-Planta 1	Impulsión	40.0	1.04	0.8	2.46	0.087	0.75
A1-Cubierta	A1-Cubierta	Impulsión (*)	80.0	4.07	0.8	0.22	0.003	0.00
A1-Cubierta	N2-Cubierta	Impulsión (*)	80.0	4.07	0.8	9.89	0.139	0.14
A17-Planta baja	A17-Planta baja	Retorno (*)	40.0	0.65	0.5	3.62	0.054	0.88
A24-Planta baja	A24-Planta baja	Retorno	40.0	0.65	0.5	3.62	0.054	0.48
N10-Planta baja	N11-Planta baja	Retorno (*)	63.0	2.16	0.7	3.60	0.051	0.30
N10-Planta baja	N3-Planta 1	Retorno (*)	63.0	2.16	0.7	4.00	0.057	0.24
N11-Planta baja	A24-Planta baja	Retorno	40.0	0.65	0.5	8.63	0.128	0.42
N11-Planta baja	N12-Planta baja	Retorno (*)	50.0	1.51	0.8	3.69	0.086	0.38

ANEXOS

N12-Planta baja	A17-Planta baja	Retorno (*)	40.0	0.65	0.5	30.07	0.445	0.83
N12-Planta baja	A29-Planta baja	Retorno	40.0	0.86	0.7	0.53	0.013	0.40
A29-Planta baja	A29-Planta baja	Retorno	40.0	0.86	0.7	3.62	0.090	0.49
N3-Planta 1	N13-Planta 1	Retorno	50.0	1.91	1.0	0.40	0.015	0.20
N3-Planta 1	N3-Cubierta	Retorno (*)	80.0	4.07	0.8	3.50	0.049	0.19
A1-Planta 1	A1-Planta 1	Retorno	40.0	0.87	0.7	3.17	0.081	0.43
A2-Planta 1	A2-Planta 1	Retorno	40.0	1.04	0.8	3.17	0.113	0.87
N13-Planta 1	A1-Planta 1	Retorno	40.0	0.87	0.7	5.78	0.147	0.35
N13-Planta 1	N14-Planta 1	Retorno	40.0	1.04	0.8	0.29	0.010	0.21
N14-Planta 1	N31-Planta 1	Retorno	40.0	1.04	0.8	12.86	0.457	0.67
N31-Planta 1	A2-Planta 1	Retorno	40.0	1.04	0.8	2.36	0.084	0.75
A1-Cubierta	A1-Cubierta	Retorno (*)	80.0	4.07	0.8	0.22	0.003	0.00
A1-Cubierta	N3-Cubierta	Retorno (*)	80.0	4.07	0.8	9.65	0.136	0.14
(*) Tramo que forma parte del recorrido más desfavorable.								

TUBERÍAS (CALEFACCIÓN)								
Tramo			F	Q	V	L	DP ₁	DP
Inicio	Final	Tipo	(mm)	(l/s)	(m/s)	(m)	(m.c.a.)	(m.c.a.)
A17-Planta baja	A17-Planta baja	Impulsión (*)	32.0	0.58	0.7	3.44	0.118	2.13
A24-Planta baja	A24-Planta baja	Impulsión	32.0	0.58	0.7	3.44	0.118	1.33
N1-Planta baja	N8-Planta baja	Impulsión (*)	50.0	1.93	1.0	3.85	0.134	0.73
N1-Planta baja	N2-Planta 1	Impulsión (*)	50.0	1.93	1.0	4.00	0.140	0.60
N8-Planta baja	A24-Planta baja	Impulsión	32.0	0.58	0.7	8.74	0.300	1.03
N8-Planta baja	N9-Planta baja	Impulsión (*)	50.0	1.35	0.7	3.50	0.061	0.79
N9-Planta baja	A17-Planta baja	Impulsión (*)	32.0	0.58	0.7	30.06	1.030	1.82
N9-Planta baja	A29-Planta baja	Impulsión	40.0	0.77	0.6	0.52	0.010	0.80
A29-Planta baja	A29-Planta baja	Impulsión	40.0	0.77	0.6	3.38	0.062	1.19
N2-Planta 1	N12-Planta 1	Impulsión	50.0	1.57	0.8	0.45	0.010	0.47
N2-Planta 1	N2-Cubierta	Impulsión (*)	63.0	3.50	1.1	3.50	0.118	0.46
A1-Planta 1	A1-Planta 1	Impulsión	40.0	0.70	0.6	2.92	0.045	0.94
A2-Planta 1	A2-Planta 1	Impulsión	40.0	0.87	0.7	2.92	0.068	1.22
N11-Planta 1	N30-Planta 1	Impulsión	40.0	0.87	0.7	12.62	0.295	0.77
N12-Planta 1	N11-Planta 1	Impulsión	40.0	0.87	0.7	0.28	0.007	0.47
N12-Planta 1	A1-Planta 1	Impulsión	40.0	0.70	0.6	6.46	0.100	0.57
N30-Planta 1	A2-Planta 1	Impulsión	40.0	0.87	0.7	2.46	0.057	0.83
A1-Cubierta	A1-Cubierta	Impulsión (*)	63.0	3.50	1.1	0.22	0.007	0.01
A1-Cubierta	N2-Cubierta	Impulsión (*)	63.0	3.50	1.1	9.89	0.333	0.34
A17-Planta baja	A17-Planta baja	Retorno (*)	32.0	0.58	0.7	3.62	0.124	1.93

ANEXOS

A24-Planta baja	A24-Planta baja	Retorno	32.0	0.58	0.7	3.62	0.124	1.14
N10-Planta baja	N11-Planta baja	Retorno (*)	50.0	1.93	1.0	3.60	0.126	0.72
N10-Planta baja	N3-Planta 1	Retorno (*)	50.0	1.93	1.0	4.00	0.140	0.59
N11-Planta baja	A24-Planta baja	Retorno	32.0	0.58	0.7	8.63	0.296	1.01
N11-Planta baja	N12-Planta baja	Retorno (*)	50.0	1.35	0.7	3.69	0.064	0.78
N12-Planta baja	A17-Planta baja	Retorno (*)	32.0	0.58	0.7	30.07	1.031	1.81
N12-Planta baja	A29-Planta baja	Retorno	40.0	0.77	0.6	0.53	0.010	0.79
A29-Planta baja	A29-Planta baja	Retorno	40.0	0.77	0.6	3.62	0.067	0.86
N3-Planta 1	N13-Planta 1	Retorno	50.0	1.57	0.8	0.40	0.009	0.46
N3-Planta 1	N3-Cubierta	Retorno (*)	63.0	3.50	1.1	3.50	0.118	0.45
A1-Planta 1	A1-Planta 1	Retorno	40.0	0.70	0.6	3.17	0.049	0.60
A2-Planta 1	A2-Planta 1	Retorno	40.0	0.87	0.7	3.17	0.074	0.90
N13-Planta 1	A1-Planta 1	Retorno	40.0	0.70	0.6	5.78	0.089	0.55
N13-Planta 1	N14-Planta 1	Retorno	40.0	0.87	0.7	0.29	0.007	0.47
N14-Planta 1	N31-Planta 1	Retorno	40.0	0.87	0.7	12.86	0.301	0.77
N31-Planta 1	A2-Planta 1	Retorno	40.0	0.87	0.7	2.36	0.055	0.82
A1-Cubierta	A1-Cubierta	Retorno (*)	63.0	3.50	1.1	0.22	0.007	0.01
A1-Cubierta	N3-Cubierta	Retorno (*)	63.0	3.50	1.1	9.65	0.325	0.33
(*) Tramo que forma parte del recorrido más desfavorable.								

Abreviaturas:

F: Diámetro nominal.

Q: Caudal.

V: Velocidad.

L: Longitud.

DP₁: Pérdida de presión.

DP: Pérdida de presión acumulada.

2.3.7.9. UNIDADES PARA CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN

2.3.7.9.1. Fancoils

FANCOILS					
Modelo	P _{ref} (kcal/h)	P _{cal} (kcal/h)	Q _{ref} (l/s)	ΔP _{ref} (m.c.a.)	PP _{ref} (m.c.a.)
BHW 515 (A17-Planta baja)	13176.4	16965.6	0.73	0.185	1.762
BHW 515 (A24-Planta baja)	13176.4	16965.6	0.73	0.185	0.961
BHW 720 (A29-Planta baja)	17396.2	22821.8	0.97	0.327	0.968
BHW 720 (A1-Planta 1)	17396.2	22821.8	0.97	0.327	0.876
BHW 724 (A2-Planta 1)	21530.0	28161.2	1.19	0.327	1.723

Abreviaturas:

P_{ref} : Potencia frigorífica total acumulada.

P_{cal} : Potencia calorífica total acumulada.

Q_{ref} : Caudal de agua (refrigeración).

ΔP_{ref} : Pérdida de presión (refrigeración).

PP_{ref} : Pérdida de presión acumulada (refrigeración).

FANCOILS (Continuación)							
Modelo	ΔT_{ref} (°C)	ΔT_{cal} (°C)	Q_{ref} (m ³ /h)	Q_{cal} (m ³ /h)	P (mm.c.a.)	N (dB(A))	Dimensiones (mm)
BHW 515 (A17-Planta baja)	7.0	45.0	2800.0	2900.0	5.9	59.0	826x1200x352
BHW 515 (A24-Planta baja)	7.0	45.0	2800.0	2900.0	5.9	59.0	826x1200x352
BHW 720 (A29-Planta baja)	7.0	45.0	3500.0	3850.0	5.4	61.0	900x1350x412
BHW 720 (A1-Planta 1)	7.0	45.0	3500.0	3850.0	5.4	61.0	900x1350x412
BHW 724 (A2-Planta 1)	7.0	45.0	4850.0	5200.0	5.4	61.0	900x1350x412

Abreviaturas:

ΔT_{ref} : Incremento de la temperatura del agua (Refrigeración).

ΔT_{cal} : Incremento de la temperatura del agua (Calefacción).

Q_{ref} : Caudal de aire (Refrigeración).

Q_{cal} : Caudal de aire (Calefacción).

P: Presión disponible de aire.

N: Nivel sonoro.

2.3.7.9.2. Extractores

Ventiladores de extracción para la planta baja

VENTILADOR 1-A y VENTILADOR 1-B

Caudal de extracción 4.200 m³/h.

Pérdidas de carga: V1-A: 9,76 mm.c.a.

V1-B: 14,56 mm.c.a.

Para la planta baja elegimos dos ventiladores de extracción Soler&Palau ILT/6-400. Será un ventilador de 6 polos trifásico con una potencia de máxima de 3 kW, pero lo fijamos en una potencia normal de consumo de 2 kW. Estarán instalados en el falso techo y con descarga al exterior. Presentará un rango sonoro de 58 dB(A).

Los ILT son una gama de ventiladores centrífugos para conductos rectangulares estándar estructurada en 8 tipos y 23 modelos, equipados con motores monofásicos o trifásicos de 4, 6 ó 8 polos, según modelo, con caudales desde 1.090 m³/h, hasta 10.235 m³/h.

Pueden funcionar en cualquier posición y permiten vehicular aire a una temperatura entre -40°C y 70°C .

La caja fabricada en chapa de acero galvanizada tipo Sendzimir. Incorporan una tapa de inspección y limpieza del conjunto motor-rodete.

El motor será Asíncrono con rotor de jaula inyectada en aluminio (según norma UNE 20-113 y CEI 34-1).

- Protección térmica incorporada. (Klixon).
- Trifásicos 230/400 V (aptos para 220- 240/380-415 V) 50 Hz.
- IP55.
- Clase F (-40°C , $+70^{\circ}\text{C}$).

El modelo elegido será 2 unidades de Soler&Palau ILT/6-400/2kW.

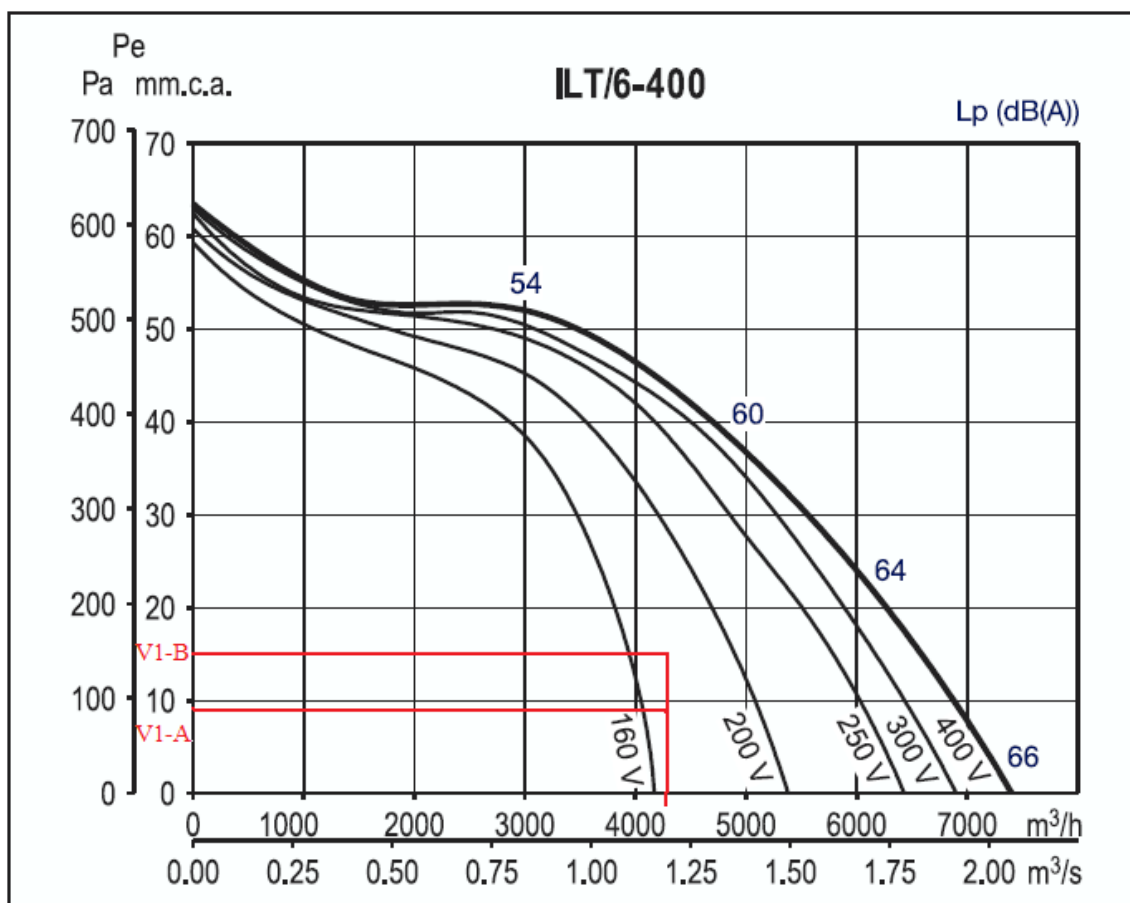


Gráfico 2.3.1. Curvas características ventiladores de extracción planta baja.

Ventiladores de extracción para la primera planta

VENTILADOR 2

Caudal de extracción 4.200 m³/h.

Pérdidas de carga: V2: 58,72 mm.c.a.

Para la planta primera elegimos un ventilador de extracción Soler&Palau CHAT/4-560. Será un ventilador de 6 polos trifásico con una potencia de máxima de 2,2 kW, pero lo fijamos en una potencia normal de consumo de 2 kW. Estará instalado en la azotea y con descarga al exterior. Presentará un rango sonoro de 70 dB(A).

Los CHAT son cajas de ventilación estancas, con sistema de desagüe, para trabajar inmersas a 400°C/2h, fabricadas en chapa de acero galvanizado, con aislamiento interior acústico ininflamable (M0) de fibra de vidrio, rodete centrífugo de álabes hacia atrás equilibrado dinámicamente, directamente acoplado al eje motor, trifásico, Clase F, IP54.

El modelo elegido será Soler&Palau CHAT/4-560/2kW.

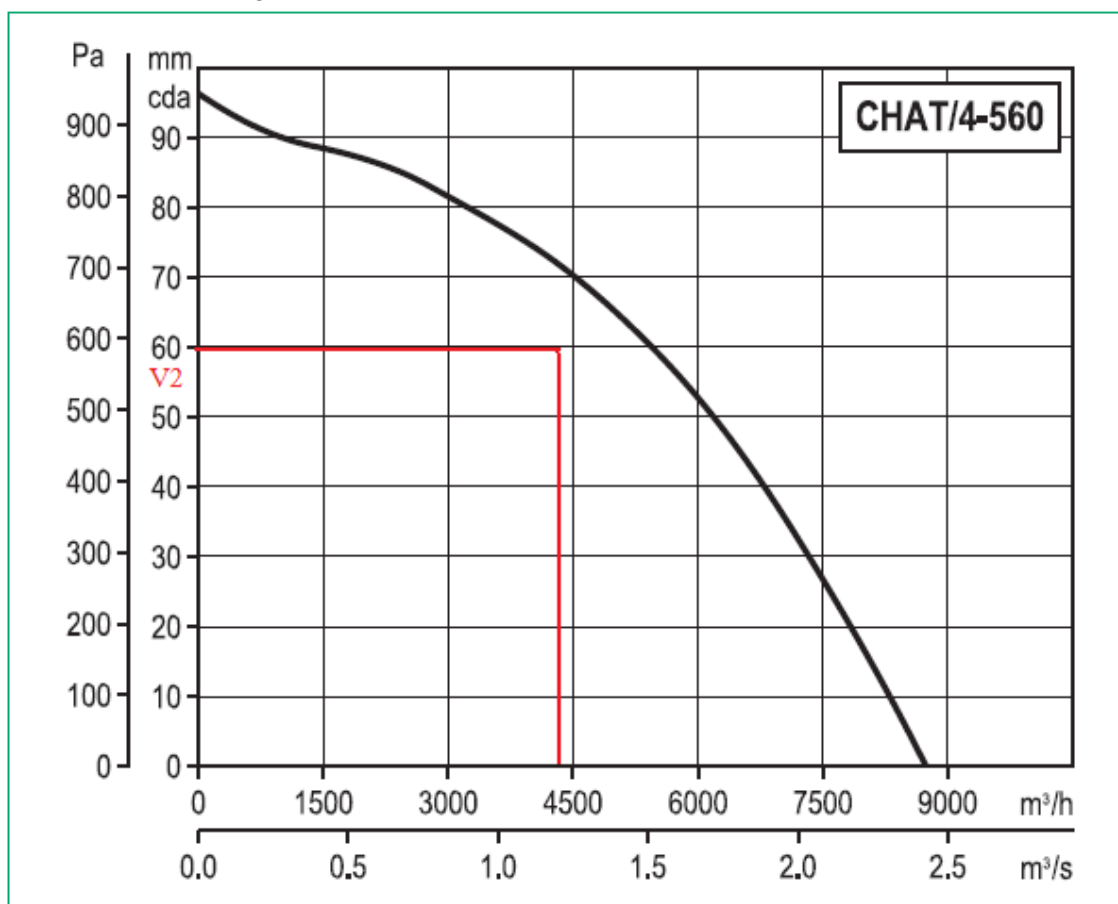


Gráfico 2.3.2. Curva característica ventilador de extracción primera planta.

2.3.7.10. COMPROBACIÓN DE LOS RECINTOS

ZONA CLIMATIZADA, PLANTA BAJA

ANEXOS

Referencia: Comedor planta baja		
Comprobación	Valores	Estado
Potencia sensible de refrigeración en el recinto:	Requerido: 11665.8 kcal/h Instalado: 32820.3 kcal/h	Cumple
Potencia de refrigeración en el recinto:	Requerido: 39007.9 kcal/h Instalado: 43749 kcal/h	Cumple
Potencia de calefacción en el recinto:	Requerido: 34842.5 kcal/h Instalado: 43749 kcal/h	Cumple
Caudal de ventilación en el recinto:	Requerido: 5037.1 m ³ /h Instalado: 9100 m ³ /h	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

ZONA CLIMATIZADA, PLANTA 1		
Referencia: Comedor planta alta		
Comprobación	Valores	Estado
Potencia sensible de refrigeración en el recinto:	Requerido: 10638.3 kcal/h Instalado: 27400.5 kcal/h	Cumple
Potencia de refrigeración en el recinto:	Requerido: 32894.3 kcal/h Instalado: 36534 kcal/h	Cumple
Potencia de calefacción en el recinto:	Requerido: 26532.5 kcal/h Instalado: 36534 kcal/h	Cumple
Caudal de ventilación en el recinto:	Requerido: 3984.8 m ³ /h Instalado: 7100 m ³ /h	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

ZONA CLIMATIZADA, PLANTA 1		
Referencia: Vestuario		
Comprobación	Valores	Estado
Potencia sensible de refrigeración en el recinto:	Requerido: 176.4 kcal/h Instalado: 598.1 kcal/h	Cumple
Potencia de refrigeración en el recinto:	Requerido: 443.8 kcal/h Instalado: 797.4 kcal/h	Cumple
Potencia de calefacción en el recinto:	Requerido: 540.1 kcal/h Instalado: 797.4 kcal/h	Cumple
Caudal de ventilación en el recinto:	Requerido: 45.5 m ³ /h Instalado: 150 m ³ /h	Cumple

ANEXOS

Se cumplen todas las comprobaciones

ZONA CLIMATIZADA, PLANTA 1		
Referencia: Vestuario2		
Comprobación	Valores	Estado
Potencia sensible de refrigeración en el recinto:	Requerido: 181.2 kcal/h Instalado: 598.1 kcal/h	Cumple
Potencia de refrigeración en el recinto:	Requerido: 441.2 kcal/h Instalado: 797.4 kcal/h	Cumple
Potencia de calefacción en el recinto:	Requerido: 475.8 kcal/h Instalado: 797.4 kcal/h	Cumple
Caudal de ventilación en el recinto:	Requerido: 43.9 m3/h Instalado: 150 m3/h	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

ZONA CLIMATIZADA, PLANTA 1		
Referencia: Oficina		
Comprobación	Valores	Estado
Potencia sensible de refrigeración en el recinto:	Requerido: 284.8 kcal/h Instalado: 598.1 kcal/h	Cumple
Potencia de refrigeración en el recinto:	Requerido: 564.4 kcal/h Instalado: 797.4 kcal/h	Cumple
Potencia de calefacción en el recinto:	Requerido: 725.2 kcal/h Instalado: 797.4 kcal/h	Cumple
Caudal de ventilación en el recinto:	Requerido: 27.5 m3/h Instalado: 150 m3/h	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

ANEXOS

FICHA 2.3.1.: CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS MEDIOS

ZONA CLIMÁTICA	Zona de baja carga interna
----------------	----------------------------

Muros ($U_{m,m}$) y ($U_{t,m}$)					
	Tipos	A (m ²)	U (W/m ² K)	A · U (W/K)	Resultados
N	Pared cara vista 5+PU(4)+aire+7.5+cemento	110.37	0.51	56.33	$\Sigma A = 110.37 \text{ m}^2$
					$\Sigma A \cdot U = 56.33 \text{ W/K}$
					$U_{m,m} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.51 \text{ W/m}^2\text{K}$
E	Pared cara vista 5+PU(4)+aire+7.5+cemento	95.74	0.51	48.86	$\Sigma A = 95.74 \text{ m}^2$
					$\Sigma A \cdot U = 48.86 \text{ W/K}$
					$U_{m,m} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.51 \text{ W/m}^2\text{K}$
O	Pared cara vista 5+PU(4)+aire+7.5+cemento	105.85	0.51	54.02	$\Sigma A = 105.85 \text{ m}^2$
					$\Sigma A \cdot U = 54.02 \text{ W/K}$
					$U_{m,m} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.51 \text{ W/m}^2\text{K}$
S	Pared cara vista 5+PU(4)+aire+7.5+cemento	120.41	0.51	61.45	$\Sigma A = 120.41 \text{ m}^2$
					$\Sigma A \cdot U = 61.45 \text{ W/K}$
					$U_{m,m} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.51 \text{ W/m}^2\text{K}$
SE					$\Sigma A =$
					$\Sigma A \cdot U =$
					$U_{m,m} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
SO					$\Sigma A =$
					$\Sigma A \cdot U =$
					$U_{m,m} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
C-TER					$\Sigma A =$
					$\Sigma A \cdot U =$
					$U_{t,m} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$

Suelos ($U_{s,m}$)				
Tipos	A (m ²)	U (W/m ² K)	A · U (W/K)	Resultados
Solera	400	0,51	204	$\Sigma A = 653,75 \text{ m}^2$
Forjado unidireccional	253,75	0,44	111,65	$\Sigma A \cdot U = 315,65 \text{ W/K}$
				$U_{s,m} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,48 \text{ W/m}^2\text{K}$

Cubiertas y lucernarios ($U_{c,m}$, $F_{l,m}$)				
Tipos	A (m ²)	U (W/m ² K)	A · U (W/K)	Resultados
Forjado unidireccional	253,75	0,38	96,425	$\Sigma A = 400 \text{ m}^2$
Forjado unidireccional	146,25	0,38	55,575	$\Sigma A \cdot U = 152 \text{ W/K}$
				$U_{c,m} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.38 \text{ W/m}^2\text{K}$

Tipos	A (m ²)	F	A · F (m ²)	Resultados
				$\Sigma A =$
				$\Sigma A \cdot F =$
				$F_{l,m} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$

ANEXOS

ZONA CLIMÁTICA D3	Zona de baja carga interna	Zona de alta carga interna
-------------------	----------------------------	----------------------------

Huecos (U_{Hm} , F_{Hm})				
Tipos	A (m ²)	U (W/m ² K)	A · U (W/K)	Resultados
N	Acristalamiento doble con cámara de aire (6 mm+6 mm+6 mm)	18.75	3.15	59.02
				$\Sigma A = 18.75 \text{ m}^2$
				$\Sigma A \cdot U = 59.02 \text{ W/K}$
				$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.15 \text{ W/m}^2\text{K}$

Tipos	A (m ²)	U	F	A · U	A · F (m ²)	Resultados
E	Acristalamiento doble con cámara de aire (6 mm+6 mm+6 mm)	19.20	3.15	0.54	60.45	10.32
O	Acristalamiento doble con cámara de aire (6 mm+6 mm+6 mm)	1.75	2.93	0.30	5.14	0.52
S	Acristalamiento doble con cámara de aire (6 mm+6 mm+6 mm)	12.60	3.15	0.48	39.65	5.99
SE						
SO						

ANEXOS

FICHA 2.3.2.: CONFORMIDAD. DEMANDA ENERGÉTICA

ZONA CLIMÁTICA D3

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{\text{máx}}(\text{proyecto})^{(1)}$	$U_{\text{máx}}^{(2)}$
Muros de fachada	0.51 W/m ² K	≤ 0.86 W/m ² K
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno		≤ 0.86 W/m ² K
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables		≤ 0.86 W/m ² K
Suelos	0.51 W/m ² K	≤ 0.64 W/m ² K
Cubiertas	0.44 W/m ² K	≤ 0.49 W/m ² K
Vidrios de huecos y lucernarios	3.30 W/m ² K	≤ 3.50 W/m ² K
Marcos de huecos y lucernarios	2.20 W/m ² K	≤ 3.50 W/m ² K
Medianerías		≤ 1.00 W/m ² K
Particiones interiores (edificios de viviendas) ⁽³⁾		≤ 1.20 W/m ² K

Muros de fachada				Huecos y lucernarios			
	$U_{Mm}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$		$U_{Hm}^{(4)}$	$U_{Hlim}^{(5)}$	$F_{Hm}^{(4)}$	$F_{Hlim}^{(5)}$
N	0.51 W/m ² K	≤ 0.66 W/m ² K		3.15 W/m ² K	≤ 3.50 W/m ² K		
E	0.51 W/m ² K	≤ 0.66 W/m ² K		3.15 W/m ² K	≤ 3.50 W/m ² K		≤
O	0.51 W/m ² K	≤ 0.66 W/m ² K		2.93 W/m ² K	≤ 3.50 W/m ² K		≤
S	0.51 W/m ² K	≤ 0.66 W/m ² K		3.15 W/m ² K	≤ 3.50 W/m ² K		≤
SE		≤ 0.66 W/m ² K			≤ 3.50 W/m ² K		≤
SO		≤ 0.66 W/m ² K			≤ 3.50 W/m ² K		≤

Suelos	
$U_{Sm}^{(4)}$	$U_{Slim}^{(5)}$
0.48 W/m ² K	≤ 0.49 W/m ² K

ANEXOS

Cubiertas	
$U_{cm}^{(4)}$	$U_{clim}^{(5)}$
0.38 W/m ² K	0.38 W/m ² K

- (1) $U_{m\acute{a}x}(\text{proyecto})$ corresponde al mayor valor de la transmitancia de los cerramientos o particiones interiores indicados en el proyecto.
- (2) $U_{m\acute{a}x}$ corresponde a la transmitancia térmica máxima definida en la tabla 2.1 para cada tipo de cerramiento o partición interior.
- (3) En edificios de viviendas, $U_{m\acute{a}x}(\text{proyecto})$ de particiones interiores que limiten unidades de uso con un sistema de calefacción previsto desde proyecto con las zonas comunes no calefactadas.
- (4) Parámetros característicos medios obtenidos en la ficha 1.
- (5) Valores límite de los parámetros característicos medios definidos en la tabla 2.2.

FICHA 2.3.3: CONFORMIDAD. CONDENSACIONES

Cerramientos, particiones interiores, puentes térmicos																	
Tipos	C. superficiales		C. intersticiales														
	$f_{Rsi} \geq f_{Rmin}$		$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7	Capa 8	Capa 9	Capa 10	Capa 11	Capa 12	Capa 13	Capa 14
Pared cara vista 5+PU(4)+aire+7.5+cemento	f_{Rsi}	0.87	P_n	789.29	876.35	1340.72	1343.04	1430.11	1453.32								
	f_{Rmin}	0.59	$P_{sat,n}$	950.33	1066.75	2005.05	2193.48	2434.85	2471.16								
Forjado unidireccional	f_{Rsi}	0.90	P_n	731.30	731.37	731.43	815.46	816.52	1026.60	1236.69	1237.96	1238.02	1448.11	1453.15	1453.31	1453.32	
	f_{Rmin}	0.59	$P_{sat,n}$	923.55	933.29	943.12	946.54	1797.49	1864.11	1932.89	2003.88	2023.10	2096.98	2285.21	2458.14	2538.60	
Pared cara vista 5+PU(4)+aire+7.5+cemento	f_{Rsi}	0.87	P_n	775.78	842.59	1198.91	1200.70	1267.51	1285.32								
	f_{Rmin}	0.59	$P_{sat,n}$	944.45	1045.57	1827.57	1979.58	2172.50	2201.36								
Forjado unidireccional	f_{Rsi}	0.90	P_n	731.29	731.34	731.38	795.87	796.67	957.88	1119.09	1120.06	1120.11	1281.32	1285.19	1285.31	1285.32	
	f_{Rmin}	0.59	$P_{sat,n}$	921.01	929.54	938.14	941.14	1658.51	1712.98	1769.00	1826.62	1842.19	1901.89	2053.12	2191.02	2254.86	
Forjado unidireccional	f_{Rsi}	0.89	P_n	731.29	731.34	731.38	795.88	796.69	957.93	1119.17	1120.14	1120.19	1281.43	1285.30	1285.32		
	f_{Rmin}	0.59	$P_{sat,n}$	923.03	932.52	942.09	945.43	1768.13	1832.14	1898.17	1966.28	1984.71	2055.52	2235.73	2246.02		
Forjado unidireccional	f_{Rsi}	0.91	P_n	731.29	731.36	731.42	733.52	817.44	818.28	1028.08	1237.88	1239.14	1239.20	1449.01	1453.20	1453.31	1453.32
	f_{Rmin}	0.59	$P_{sat,n}$	1116.78	1127.21	1137.74	1184.35	1188.15	1878.40	1941.14	2005.70	2072.14	2090.09	2158.96	2316.40	2474.72	2548.06
Forjado unidireccional	f_{Rsi}	0.91	P_n	731.28	731.33	731.38	732.99	797.38	798.03	959.02	1120.01	1120.97	1121.02	1282.01	1285.23	1285.31	1285.32
	f_{Rmin}	0.59	$P_{sat,n}$	1088.66	1097.62	1106.65	1146.54	1149.79	1724.63	1775.71	1828.10	1881.85	1896.34	1951.83	2078.06	2204.18	2262.35
Puente térmico en esquina saliente de cerramiento	f_{Rsi}	0.84	P_n														
	f_{Rmin}	0.59	$P_{sat,n}$														
Puente térmico en esquina entrante de cerramiento	f_{Rsi}	0.91	P_n														
	f_{Rmin}	0.59	$P_{sat,n}$														
Puente térmico entre cerramiento y cubierta	f_{Rsi}	0.72	P_n														
	f_{Rmin}	0.59	$P_{sat,n}$														
Puente térmico entre cerramiento y solera	f_{Rsi}	0.75	P_n														
	f_{Rmin}	0.59	$P_{sat,n}$														
Puente térmico entre cerramiento y forjado	f_{Rsi}	0.76	P_n														
	f_{Rmin}	0.59	$P_{sat,n}$														

ANEXO IV
INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN FRENTE
INCENDIOS

2.4. ANEXO DE SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

2.4.1. OBJETO Y APLICACIÓN

Este anexo tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio establecidas en el CTE en su documento básico SI. Reduciendo a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Se define el local según lo establecido en el CTE-DB-SI, como un local de pública concurrencia.

2.4.2. PROPAGACIÓN INTERIOR

2.4.2.1. COMPARTIMENTACIÓN EN SECTORES DE INCENDIO

Según la normativa, los establecimientos estarán compartimentados en sectores de incendios diferenciados del resto del edificio según lo establecido en la tabla 2.4.1 mostrada en las condiciones de compartimentación en sectores de incendio, del CTE-DB-SI. De forma tal, que la superficie construida de cada sector de incendio sea menor que 2.500 m².

<i>Pública Concurrencia</i>	<ul style="list-style-type: none"> - La superficie construida de cada <i>sector de incendio</i> no debe exceder de 2.500 m², excepto en los casos contemplados en los guiones siguientes. - Los espacios destinados a público sentado en asientos fijos en cines, teatros, auditorios, salas para congresos, etc., así como los museos, los espacios para culto religioso y los recintos polideportivos, feriales y similares pueden constituir un <i>sector de incendio</i> de superficie construida mayor de 2.500 m² siempre que: <ul style="list-style-type: none"> a) estén compartimentados respecto de otras zonas mediante elementos EI 120; b) tengan resuelta la evacuación mediante <i>salidas de planta</i> que comuniquen, bien con un <i>sector de riesgo mínimo</i> a través de <i>vestibulos de independencia</i>, o bien con un <i>espacio exterior seguro</i>; c) los materiales de revestimiento sean B-s1,d0 en paredes y techos y B_{FL}-s1 en suelos; d) la <i>densidad de la carga de fuego</i> debida a los materiales de revestimiento y al mobiliario fijo no exceda de 200 MJ/m² y e) no exista sobre dichos espacios ninguna zona habitable. - Las <i>cajas escénicas</i> deben constituir un <i>sector de incendio</i> diferenciado.
-----------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 2.4.1. Compartimentación en sectores de incendio, pública concurrencia.

En consecuencia, el restaurante como local de pública concurrencia constituirá un sector de incendio, por tener una superficie inferior a la citada.

La resistencia al fuego de los elementos separadores de los sectores de incendio debe satisfacer las condiciones que se establecen en la tabla 2.4.2 de extraída de la sección SI 1 del. Como alternativa, cuando, conforme a lo establecido en la Sección SI 6, se haya adoptado el tiempo equivalente de exposición al fuego para los elementos estructurales, podrá adoptarse ese

mismo tiempo para la resistencia al fuego que deben aportar los elementos separadores de los sectores de incendio.

Elemento	Sector bajo rasante	Resistencia al fuego		
		Sector sobre rasante en edificio con altura de evacuación:		
		h ≤ 15 m	15 < h ≤ 28 m	h > 28 m
Paredes y techos ⁽³⁾ que separan al sector considerado del resto del edificio, siendo su uso previsto: ⁽⁴⁾				
- Sector de riesgo mínimo en edificio de cualquier uso	(no se admite)	EI 120	EI 120	EI 120
- Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	EI 120	EI 60	EI 90	EI 120
- Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	EI 120 ⁽⁵⁾	EI 90	EI 120	EI 180
- Aparcamiento ⁽⁶⁾	EI 120 ⁽⁷⁾	EI 120	EI 120	EI 120
Puertas de paso entre sectores de incendio	EI t-C5 siendo t la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un vestíbulo de independencia y de dos puertas.			

⁽¹⁾ Considerando la acción del fuego en el interior del sector, excepto en el caso de los sectores de riesgo mínimo, en los que únicamente es preciso considerarla desde el exterior del mismo.

Un elemento delimitador de un sector de incendios puede precisar una resistencia al fuego diferente al considerar la acción del fuego por la cara opuesta, según cual sea la función del elemento por dicha cara: compartimentar una zona de riesgo especial, una escalera protegida, etc.

⁽²⁾ Como alternativa puede adoptarse el tiempo equivalente de exposición al fuego, determinado conforme a lo establecido en el apartado 2 del Anejo SI B.

⁽³⁾ Cuando el techo separe de una planta superior debe tener al menos la misma resistencia al fuego que se exige a las paredes, pero con la característica REI en lugar de EI, al tratarse de un elemento portante y compartimentador de incendios. En cambio, cuando sea una cubierta no destinada a actividad alguna, ni prevista para ser utilizada en la evacuación, no precisa tener una función de compartimentación de incendios, por lo que sólo debe aportar la resistencia al fuego R que le corresponda como elemento estructural, excepto en las franjas a las que hace referencia el capítulo 2 de la Sección SI 2, en las que dicha resistencia debe ser REI.

⁽⁴⁾ La resistencia al fuego del suelo es función del uso al que esté destinada la zona existente en la planta inferior. Véase apartado 3 de la Sección SI 6 de este DB.

⁽⁵⁾ EI 180 si la altura de evacuación del edificio es mayor que 28 m.

⁽⁶⁾ Resistencia al fuego exigible a las paredes que separan al aparcamiento de zonas de otro uso. En relación con el forjado de separación, ver nota (3).

⁽⁷⁾ EI 180 si es un aparcamiento robotizado.

Tabla 2.4..2. Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio.

2.4.2.2. ZONAS DE RIESGO ESPECIAL

Las zonas de riesgo especial integradas en el local se clasifican conforme los grados de riesgo alto, medio y bajo según los criterios que se establecen en la tabla 2.4.3, extraída del CTE-DB-SI 1.

ANEXOS

Uso previsto del edificio o establecimiento - Uso del local o zona	Tamaño del local o zona S = superficie construida V = volumen construido		
	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
En cualquier edificio o establecimiento:			
- Talleres de mantenimiento, almacenes de elementos combustibles (p. e.: mobiliario, lencería, limpieza, etc.) archivos de documentos, depósitos de libros, etc.	$100 < V \leq 200 \text{ m}^3$	$200 < V \leq 400 \text{ m}^3$	$V > 400 \text{ m}^3$
- Almacén de residuos	$5 < S \leq 15 \text{ m}^2$	$15 < S \leq 30 \text{ m}^2$	$S > 30 \text{ m}^2$
- Aparcamiento de vehículos de hasta 100 m^2	En todo caso		
- Cocinas según potencia instalada $P^{(1)(2)}$	$20 < P \leq 30 \text{ kW}$	$30 < P \leq 50 \text{ kW}$	$P > 50 \text{ kW}$
- Lavanderías. Vestuarios de personal. Camerinos ⁽³⁾	$20 < S \leq 100 \text{ m}^2$	$100 < S \leq 200 \text{ m}^2$	$S > 200 \text{ m}^2$
- Salas de calderas con potencia útil nominal P	$70 < P \leq 200 \text{ kW}$	$200 < P \leq 600 \text{ kW}$	$P > 600 \text{ kW}$
- Salas de máquinas de instalaciones de climatización (UTAs, climatizadores y ventiladores)	En todo caso		
- Salas de maquinaria frigorífica: refrigerante amoníaco		En todo caso	
refrigerante halogenado	$P \leq 400 \text{ kW}$	$P > 400 \text{ kW}$	
- Almacén de combustible sólido para calefacción		En todo caso	
- Local de contadores de electricidad	En todo caso		
- Centro de transformación			
- aparatos con aislamiento dieléctrico seco o líquido con punto de inflamación mayor que 300°C	En todo caso		
- aparatos con aislamiento dieléctrico con punto de inflamación que no exceda de 300°C y potencia instalada P: total	$P \leq 2\,520 \text{ kVA}$	$2\,520 < P \leq 4\,000 \text{ kVA}$	$P > 4\,000 \text{ kVA}$
en cada transformador	$P \leq 630 \text{ kVA}$	$630 < P \leq 1\,000 \text{ kVA}$	$P > 1\,000 \text{ kVA}$
- Sala de maquinaria de ascensores	En todo caso		

Tabla 2.4.3. Clasificación de los locales y zonas de riesgo especial integrados en edificios, caso que nos afecta.

Consideraciones a tener presente de la citada tabla:

1. Para la determinación de la potencia instalada sólo se considerarán los aparatos destinados a la preparación de alimentos. Las freidoras y las sartenes basculantes se computarán a razón de 1 kW por cada litro de capacidad, independientemente de la potencia que tengan.
2. En usos distintos de Hospitalario y Residencial Público no se consideran locales de riesgo especial las cocinas cuyos aparatos estén protegidos con un sistema automático de extinción. En el capítulo 1 de la Sección SI4 del DB-SI, se establece que dicho sistema debe existir cuando la potencia instalada exceda de 50 kW.
3. Los sistemas de extracción de los humos de las cocinas deben cumplir además las siguientes condiciones especiales:
 - Las campanas deben estar separadas al menos 50 cm de cualquier material que no sea A1.
 - Los conductos deben ser independientes de toda otra extracción o ventilación y exclusivos para cada cocina. Deben disponer de registros para inspección y limpieza en los cambios de dirección con ángulos mayores que 30° y cada 3 m como máximo de tramo horizontal. Los conductos que

ANEXOS

discurran por el interior del edificio, así como los que discurran por fachadas a menos de 1,50 m de distancia de zonas de la misma que no sean al menos EI 30 o de balcones, terrazas o huecos practicables tendrán una clasificación EI 30.

No deben existir compuertas cortafuego en el interior de este tipo de conductos, por lo que su paso a través de elementos de compartimentación de sectores de incendio se debe resolver de la forma que se indica en el apartado 2.4.2.3 del presente anexo.

- Los filtros deben estar separados de los focos de calor más de 1,20 m si son tipo parrilla o de gas, y más de 0,50 m si son de otros tipos. Deben ser fácilmente accesibles y desmontables para su limpieza, tener una inclinación mayor que 45° y poseer una bandeja de recogida de grasas que conduzca éstas hasta un recipiente cerrado cuya capacidad debe ser menor que 3 l.
- Los ventiladores cumplirán las especificaciones de la norma UNE-EN 12101-3: 2002 “Especificaciones para aireadores extractores de humos y calor mecánicos.” y tendrán una clasificación F₄₀₀ 90.

Obtenemos mediante la tabla 2.4.3 la existencia de distintas zonas de riesgo especial en nuestro local:

- Cocina: riesgo alto, potencia instalada superior a 50Kw.
- Zona de lavado: riesgo bajo.
- Vestuarios: riesgo bajo.
- Mantenimiento: riesgo bajo.

Una vez identificadas las zonas de riesgo del edificio, procedemos a elegir la capacidad de la resistencia al fuego y la clase de reacción al fuego de los elementos constructivos y decorativos de cada zona, según los parámetros establecidos en la tabla 2.4.4 procedente del DB-SI.

Característica	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
Resistencia al fuego de la estructura portante ⁽²⁾	R 90	R 120	R 180
Resistencia al fuego de las paredes y techos ⁽³⁾ que separan la zona del resto del edificio ⁽²⁾⁽⁴⁾	EI 90	EI 120	EI 180
Vestíbulo de independencia en cada comunicación de la zona con el resto del edificio	-	Sí	Sí
Puertas de comunicación con el resto del edificio ⁽⁵⁾	El ₂ 45-C5	2 x El ₂ 30-C5	2 x El ₂ 30-C5
Máximo recorrido de evacuación hasta alguna salida del local ⁽⁶⁾	≤ 25 m ⁽⁷⁾	≤ 25 m ⁽⁷⁾	≤ 25 m ⁽⁷⁾

Tabla 2.4.4. Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios.

Condiciones de la tabla 2.4.4:

1. Las condiciones de reacción al fuego de los elementos constructivos se regulan en la tabla 4.1 del capítulo 4 de la sección 1 del DB-SI.
2. El tiempo de resistencia al fuego no debe ser menor que el establecido para la estructura portante del conjunto del edificio, de acuerdo con el apartado SI 6, excepto cuando la zona se encuentre bajo una cubierta no prevista para evacuación y cuyo fallo no suponga riesgo para la estabilidad de otras plantas ni para la compartimentación contra incendios, en cuyo caso puede ser R 30.

Excepto en los locales destinados a albergar instalaciones y equipos, puede adoptarse como alternativa el tiempo equivalente de exposición al fuego determinado conforme a lo establecido en el apartado 2 del Anejo SI B.

3. Cuando el techo separe de una planta superior debe tener al menos la misma resistencia al fuego que se exige a las paredes, pero con la característica REI en lugar de EI, al tratarse de un elemento portante y compartimentador de incendios. En cambio, cuando sea una cubierta no destinada a actividad alguna, ni prevista para ser utilizada en la evacuación, no precisa tener una función de compartimentación de incendios, por lo que sólo debe aportar la resistencia al fuego R que le corresponda como elemento estructural, excepto en las franjas a las que hace referencia el capítulo 2 de la Sección SI 2, en las que dicha resistencia debe ser REI.
4. Considerando la acción del fuego en el interior del recinto.
La resistencia al fuego del suelo es función del uso al que esté destinada la zona existente en la planta inferior. Véase apartado 3 de la Sección SI 6 del DB-SI.
5. Las puertas de los vestíbulos de independencia deben abrir hacia el interior del vestíbulo.
6. El recorrido de evacuación por el interior de la zona de riesgo especial debe ser tenido en cuenta en el cómputo de la longitud los recorridos de evacuación hasta las salidas de planta.
7. Podrá aumentarse un 25% cuando la zona esté protegida con una Instalación automática de extinción.

Establecemos las zonas de riesgo especial y su capacidad de resistencia al fuego:

1. Zona de cocina

Quedan excluidas de la zona de cocina la zona de repostería, la zona de preparación de platos fríos, así como, la zona de lavado.

ANEXOS

- Resistencia al fuego de la estructura portante: R 180.
- Resistencia al fuego de las paredes y techos que delimitan la zona: REI 180.
- Resistencia al fuego de las puertas de comunicación con el resto del edificio: 2 x EI₂ 30-C5.
- Máximo recorrido de evacuación hasta alguna salida del local: 13,50m < 25m.
- Reacción al fuego de los revestimientos de techos y paredes: B-s1, d0.
- Reacción al fuego de los revestimientos de suelos: B_{FL}-s1.

No obstante, al instalar un sistema de detección y extinción de fuego automático en la cocina principal, ésta deja de ser considerada como un local de riesgo especial, según lo comentado en las consideraciones de la tabla 2.4.3.

Por tanto las características de los elementos estructurales perimetrales que rodean la cocina principal podemos adaptarlos a unas características de resistencia al fuego de R 90.

2. Zona de lavado

- Resistencia al fuego de la estructura portante: R 90.
- Resistencia al fuego de las paredes y techos que delimitan la zona: REI 90.
- Resistencia al fuego de las puertas de comunicación con el resto del edificio: EI₂ 45-C5.
- Máximo recorrido de evacuación hasta alguna salida del local: 14,50m < 25m.

3. Vestuarios

- Resistencia al fuego de la estructura portante: R 90.
- Resistencia al fuego de las paredes y techos que delimitan la zona: REI 90.
- Resistencia al fuego de las puertas de comunicación con el resto del edificio: EI₂ 45-C5.
- Máximo recorrido de evacuación hasta alguna salida del local: 23,50m < 25m.

4. Zona de mantenimiento

- Resistencia al fuego de la estructura portante: R 90.
- Resistencia al fuego de las paredes y techos que delimitan la zona: REI 90.
- Resistencia al fuego de las puertas de comunicación con el resto del edificio: EI₂ 45-C5.
- Máximo recorrido de evacuación hasta alguna salida del local: 15m < 25m.

En general, la reacción al fuego de los revestimientos de techos y paredes para todas las estancias del edificio excepto en la zona de cocina serán del tipo C-s2, d0; y para el revestimiento de suelos será E_{FL}.

2.4.2.3. PASO DE INSTALACIONES A TRAVÉS DE ELEMENTOS DE COMPARTIMENTACIÓN DE INCENDIOS

La compartimentación contra incendios de los espacios ocupables debe tener continuidad en los espacios ocultos, tales como patinillos, cámaras, falsos techos, suelos elevados, etc., salvo cuando éstos estén compartimentados respecto de los primeros al menos con la misma resistencia al fuego, pudiendo reducirse ésta a la mitad en los registros para mantenimiento.

Independientemente de lo anterior, se limita a tres plantas y a 10 m el desarrollo vertical de las cámaras no estancas (ventiladas).

La resistencia al fuego requerida a los elementos de compartimentación de incendios se debe mantener en los puntos en los que dichos elementos son atravesados por elementos de las instalaciones, tales como cables, tuberías, conducciones, conductos de ventilación, etc. Para ello puede optarse por una de las siguientes alternativas:

- Disponer un elemento que, en caso de incendio, obture automáticamente la sección de paso y garantice en dicho punto una resistencia al fuego al menos igual a la del elemento atravesado, por ejemplo, una compuerta cortafuegos automática EI t (i↔o) siendo t el tiempo de resistencia al fuego requerida al elemento de compartimentación atravesado, o un dispositivo intumescente de obturación.
- Elementos pasantes que aporten una resistencia al menos igual a la del elemento atravesado, por ejemplo, conductos de ventilación EI t (i↔o) siendo t el tiempo de resistencia al fuego requerida al elemento de compartimentación atravesado.

2.4.3. PROPAGACIÓN EXTERIOR

2.4.3.1. FACHADAS Y CUBIERTAS

El local destinado a restauración, forma un único sector de incendio y es un edificio aislado. No hay en sus inmediaciones edificios colindantes. De esta forma se evita la propagación de riesgo de incendio de forma horizontal entre locales o sectores de incendio diferenciados.

Con el fin de limitar el riesgo de propagación vertical del incendio por fachada entre una zona de riesgo especial alto (cocina) y otras zonas más altas del edificio, dicha fachada debe ser al menos EI 60 en una franja de 1 m de altura, como mínimo, medida sobre el plano de la fachada (véase figura 2.4.1).

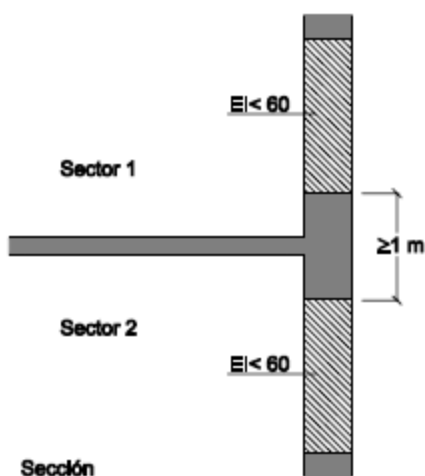


Imagen 2.4.1.

Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta, se prolonga la medianería o el elemento compartimentador 1m por encima del acabado de la cubierta.

Los materiales de cubierta que forman el revestimiento y el acabado exterior, así como los elementos de ventilación y extracción de humo, pertenecerán a la clase de reacción al fuego $B_{ROOF} (t1)$.

2.4.4. EVACUACIÓN DE OCUPANTES

2.4.4.1. CÁLCULO DE LA OCUPACIÓN

Para calcular la ocupación se tomarán los valores de densidad de ocupación que se indican en la tabla 2.1 del DB-SI en función de la superficie útil de cada zona. Mostramos a continuación los valores de dicha tabla que hacen referencia a locales de pública concurrencia.

ANEXOS

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m²/persona)
<i>Pública concurcencia</i>	Zonas destinadas a espectadores sentados:	
	con asientos definidos en el proyecto	1pers/asiento
	sin asientos definidos en el proyecto	0,5
	Zonas de espectadores de pie	0,25
	Zonas de público en discotecas	0,5
	Zonas de público de pie, en bares, cafeterías, etc.	1
	Zonas de público en gimnasios:	
	con aparatos	5
	sin aparatos	1,5
	Piscinas públicas	
	zonas de baño (superficie de los vasos de las piscinas)	2
	zonas de estancia de público en piscinas descubiertas	4
	vestuarios	3
	Salones de uso múltiple en edificios para congresos, hoteles, etc.	1
	Zonas de público en restaurantes de "comida rápida", (p. ej: hamburgueserías, pizzerías...)	1,2
	Zonas de público sentado en bares, cafeterías, restaurantes, etc.	1,5
	Salas de espera, salas de lectura en bibliotecas, zonas de uso público en museos, galerías de arte, ferias y exposiciones, etc.	2
	Vestibulos generales, zonas de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
	Vestibulos, vestuarios, camerinos y otras dependencias similares y anejas a salas de espectáculos y de reunión	2
	Zonas de público en terminales de transporte	10
	Zonas de servicio de bares, restaurantes, cafeterías, etc.	10

Tabla 2.4.5. Densidades de ocupación en pública concurrencia.

Para el cálculo de la ocupación hay que tener presente que se considerarán ocupadas simultáneamente todas las zonas del edificio, excepto en aquellos casos en que la dependencia de usos permite asegurar que su ocupación es alternativa, como en el caso de los vestuarios de los trabajadores. Las zonas del local que no aparecen a continuación son de ocupación nula, como es el caso de aseos de planta, sala de mantenimiento, almacenes, pasillos, etc.

En todos los casos la superficie útil se ha calculado en función del mobiliario definido en el proyecto de cada zona (en los comedores el mobiliario es orientativo), excepto en la zona de cocina, que se ha calculado la superficie útil definiendo "zona de cocina" como la suma de las superficies de la cocina, zona de repostería y zona de preparación de platos fríos, restando el 15% de la suma de dichas superficies.

- Zona de cocina: $52,78 \text{ m}^2 \times 1 \text{ persona}/10 \text{ m}^2 = 5 \text{ personas}$.
- Comedor planta baja público sentado: $189,85 \text{ m}^2 \times 1 \text{ persona}/1,5 \text{ m}^2 = 127 \text{ personas}$.
- Comedor público de pie: $8,92 \text{ m}^2 \times 1 \text{ persona}/1 \text{ m}^2 = 9 \text{ personas}$.
- Comedor planta alta público sentado: $161,06 \text{ m}^2 \times 1 \text{ persona}/1,5 \text{ m}^2 = 107 \text{ personas}$.
- Comedor planta alta público de pie: $5,88 \text{ m}^2 \times 1 \text{ persona}/1 \text{ m}^2 = 6 \text{ personas}$.
- Vestuario hombres: $4,27 \text{ m}^2 \times 1 \text{ persona}/2 \text{ m}^2 = 2 \text{ personas}$.
- Vestuario mujeres: $4,27 \text{ m}^2 \times 1 \text{ persona}/2 \text{ m}^2 = 2 \text{ personas}$.
- Terraza: $136,02 \text{ m}^2 \times 1 \text{ persona}/1,5 \text{ m}^2 = 91 \text{ personas}$.

La ocupación total del local corresponde a 349 personas. Repartidas de la siguiente manera; 141 personas en la planta baja y 208 personas en la planta alta, en el caso más desfavorable, que se da con la utilización de la terraza al servicio del público. La ocupación de la terraza estará prevista para la época que comprende entre finales de primavera, verano e inicios de otoño.

2.4.4.2. SALIDAS Y LONGITUD DE LOS RECORRIDOS DE EVACUACIÓN

Para el análisis de la evacuación de un edificio se considera como origen de evacuación todo punto ocupable.

Los recorridos de evacuación hasta las salidas del edificio, se medirán teniendo en cuenta que estas se consideran igual a su longitud real medida sobre el eje en el caso de pasillos. Y en los recorridos en los que existan elementos que puedan dificultar el paso, no serán considerados a efectos de evacuación.

Los recorridos de evacuación quedan señalados en el plano de instalaciones de protección contra incendios y en el apartado 2.4.2.2 del presente documento.

2.4.4.2.1. Número y disposición de las salidas

El recinto podrá disponer de una única salida cuando entre otras condiciones, se cumpla que su ocupación sea menor de 100 personas. Como la capacidad del restaurante objeto de estudio tiene una capacidad superior entre trabajadores y clientes, será necesario una segunda puerta de salida y el cumplimiento de las siguientes condiciones:

- La longitud del recorrido desde todo origen de evacuación hasta alguna de las salidas será menor de 25 m.
- La longitud del recorrido desde todo origen de evacuación hasta algún punto desde del que partan al menos dos recorridos alternativos hacia sendas salidas, no será mayor de 25 m. Se considera que dos recorridos son alternativos desde un punto dado, cuando en dicho punto forman entre sí un ángulo mayor que 45°, o bien cuando estén separados por elementos constructivos que sean al menos RF-30 e impidan que ambos recorridos puedan quedar simultáneamente bloqueados por el humo.
- En toda zona cuya evacuación deba realizarse a través de puntos de paso obligado, aunque no constituya un recinto, dichos puntos verificarán las prescripciones relativas al número, a la disposición y a las dimensiones definidas para las salidas de recinto.

En base a las condiciones dadas y a la normativa aplicada, se colocará una puerta de salida de emergencia al fondo del comedor, para proceder a la evacuación de los ocupantes de parte del comedor, de los servicios de la planta baja y todos los ocupantes de la primera planta.

ANEXOS

La zona 1, que comprende la parte del comedor de la zona de entrada, zona barra, repostería y parte de cocina, se evacuará a través de la puerta de entrada/salida principal del local. Finalmente, los trabajadores que se encuentren en la parte de las cámaras frigoríficas, almacenes, zona de lavado y preparación de platos fríos, evacuarán por la puerta trasera del pasillo de las cámaras frigoríficas.

2.4.4.3. DIMENSIONADO DE LOS ELEMENTOS DE EVACUACIÓN

El dimensionado de los elementos de evacuación debe realizarse conforme a lo que se indica en las tablas 2.4.6 y 2.4.7.

Tipo de elemento	Dimensionado
Puertas y pasos	$A \geq P / 200^{(1)} \geq 0,80 \text{ m}^{(2)}$ La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,20 m.
Pasillos y rampas	$A \geq P / 200 \geq 1,00 \text{ m}^{(3)(4)(5)}$
Pasos entre filas de asientos fijos en salas para público tales como cines, teatros, auditorios, etc. ⁽⁶⁾	En filas con salida a pasillo únicamente por uno de sus extremos, $A \geq 30 \text{ cm}$ cuando tengan 7 asientos y 2,5 cm más por cada asiento adicional, hasta un máximo admisible de 12 asientos. En filas con salida a pasillo por sus dos extremos, $A \geq 30 \text{ cm}$ en filas de 14 asientos como máximo y 1,25 cm más por cada asiento adicional. Para 30 asientos o más: $A \geq 50 \text{ cm}^{(7)}$ Cada 25 filas, como máximo, se dispondrá un paso entre filas cuya anchura sea 1,20 m, como mínimo.
Escaleras no protegidas ⁽⁸⁾	
para evacuación descendente	$A \geq P / 160^{(9)}$
para evacuación ascendente	$A \geq P / (160-10h)^{(9)}$
Escaleras protegidas	$E \leq 3 S + 160 A_s^{(9)}$
En zonas al aire libre:	
Pasos, pasillos y rampas	$A \geq P / 600 \geq 1,00 \text{ m}^{(10)}$
Escaleras	$A \geq P / 480 \geq 1,00 \text{ m}^{(10)}$

A = Anchura del elemento, [m]

A_s = Anchura de la escalera protegida en su desembarco en la planta de salida del edificio, [m]

h = Altura de evacuación ascendente, [m]

P = Número total de personas cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona.

E = Suma de los ocupantes asignados a la escalera en la planta considerada más los de las situadas por debajo o por encima de ella hasta la planta de salida del edificio, según se trate de una escalera para evacuación descendente o ascendente, respectivamente. Para dicha asignación solo será necesario aplicar la hipótesis de bloqueo de salidas de planta indicada en el punto 4.1 en una de las plantas, bajo la hipótesis más desfavorable;

S = Superficie útil del recinto de la escalera protegida en el conjunto de las plantas de las que provienen las P personas. Incluye la superficie de los tramos, de los rellanos y de las mesetas intermedias).

Tabla 2.4.6. Dimensionado de los elementos de la evacuación.

Características a tener en consideración de la tabla 2.4.6.:

1. La anchura de una puerta de salida del recinto de una escalera protegida a planta de salida del edificio debe ser al menos igual al 80% de la anchura de la escalera.
2. En uso hospitalario $A \geq 1,05 \text{ m}$, incluso en puertas de habitación.

3. En uso hospitalario $A \geq 2,20$ m ($\geq 2,10$ m en el paso a través de puertas).
4. En establecimientos de uso Comercial, la anchura mínima de los pasillos situados en áreas de venta es la siguiente:
 - a. Si la superficie construida del área de ventas excede de 400 m^2 :
 - si está previsto el uso de carros para transporte de productos: entre baterías con más de 10 cajas de cobro y estanterías: $A \geq 4,00$ m. en otros pasillos: $A \geq 1,80$ m.
 - si no está previsto el uso de carros para transporte de productos: $A \geq 1,40$ m.
 - b. Si la superficie construida del área de ventas no excede de 400 m^2 :
 - si está previsto el uso de carros para transporte de productos: entre baterías con más de 10 cajas de cobro y estanterías: $A \geq 3,00$ m. en otros pasillos: $A \geq 1,40$ m.
 - si no está previsto el uso de carros para transporte de productos: $A \geq 1,20$ m.
5. La anchura mínima es 0,80 m en pasillos previstos para 10 personas, como máximo, y estas sean usuarios habituales.
6. Anchura determinada por las proyecciones verticales más próximas de dos filas consecutivas, incluidas las mesas, tableros u otros elementos auxiliares que puedan existir. Los asientos abatibles que se coloquen automáticamente en posición elevada pueden considerarse en dicha posición.
7. No se limita el número de asientos, pero queda condicionado por la longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna salida del recinto.
8. Incluso pasillos escalonados de acceso a localidades en anfiteatros, graderíos y tribunas de recintos cerrados, tales como cines, teatros, auditorios, pabellones polideportivos etc.
9. La anchura mínima es:
 - 0,80 m en escaleras previstas para 10 personas, como máximo, y estas sean usuarios habituales de la misma.
 - 1,20 m en uso Docente, en zonas de escolarización infantil y en centros de enseñanza primaria, así como en zonas de público de uso Pública Concurrencia y Comercial.
 - en uso Hospitalario, 1,40 m en zonas destinadas a pacientes internos o externos con recorridos que obligan a giros iguales o mayores que 90° y 1,20 m en otras zonas.
 - 1,00 m en el resto de los casos.

10. En zonas para más de 3 000 personas, $A \geq 1,20$ m.

Anchura de la escalera en m	Escalera no protegida		Escalera protegida (evacuación descendente o ascendente) ⁽¹⁾						
	Evacuación ascendente ⁽²⁾	Evacuación descendente	Nº de plantas					cada planta más	
			2	4	6	8	10		
1,00	132	160	224	288	352	416	480		+32
1,10	145	176	248	320	392	464	536		+36
1,20	158	192	274	356	438	520	602		+41
1,30	171	208	302	396	490	584	678		+47
1,40	184	224	328	432	536	640	744		+52
1,50	198	240	356	472	588	704	820		+58
1,60	211	256	384	512	640	768	896		+64
1,70	224	272	414	556	698	840	982		+71
1,80	237	288	442	596	750	904	1058		+77
1,90	250	304	472	640	808	976	1144		+84
2,00	264	320	504	688	872	1056	1240		+92
2,10	277	336	534	732	930	1128	1326		+99
2,20	290	352	566	780	994	1208	1422		+107
2,30	303	368	598	828	1058	1288	1518		+115
2,40	316	384	630	876	1122	1368	1614		+123
Número de ocupantes que pueden utilizar la escalera									

Tabla 2.4.7. Capacidad de evacuación de las escaleras en función de su anchura.

2.4.4.3.1. Cálculo del dimensionado

La anchura en metros de las puertas y pasos será al menos igual a $P/200 \geq 0,8$, y en pasillos y rampas $P/200 \geq 1,00$, siendo P el número de personas asignadas a dicho elemento de evacuación. Siendo la anchura de la hoja de la puerta como mínimo de 0,6m y no mayor de 1,20m. Así pues, aplicando los cálculos correspondientes obtenemos que:

- Zona de evacuación 1:

La puerta de entrada al restaurante (P1) será la encargada de evacuar al público de la zona del comedor próxima a la entrada/salida del local (público de pie), al personal de servicio, al personal de cocina y al 50% del público situado en el comedor de la planta baja (público que mantiene visión directa con la salida). El pasillo de evacuación encargado de desalojar a dicho público es el que discurrirá directamente hasta la puerta de entrada/salida principal (Pa1).

$$P1 \geq (9 + 5 + 127 \cdot 0,5)/200 = 0,38 \text{ m necesarios como mínimo.}$$

- La puerta principal será del tipo de 2 hojas de 0,8 m cada una, creando una apertura resultante de 1,60 m ($P1 = 1,60 \text{ m} \geq 0,80 \text{ m}$).

- El pasillo de evacuación Pa1, tendrá una anchura de 1 m suficiente para evacuar a 78 personas.

- Zona de evacuación 2:

La puerta situada en el fondo del comedor de la planta baja junto a los servicios (P2), será la encargada de evacuar al 50% del público del comedor de la planta baja y al público y personal ubicados en la primera planta. El pasillo encargado de proceder a la evacuación del público ubicado en el comedor de la planta baja lo llamaremos Pa2. Este pasillo además tendrá la anchura necesaria para proceder a la evacuación del público y personal de la primera planta.

$$P2 \geq (0,50 \cdot 127 + 107 + 6 + 91)/200 = 1,34 \text{ m necesarios como mínimo.}$$

- La puerta de evacuación P2 será del tipo una hoja de 1,20 m de anchura ($P2 \geq 1,14$ m).
- El pasillo de evacuación Pa2, tendrá una anchura de 1,50 m. Con capacidad para evacuar a 64 personas procedentes de la planta baja y 204 personas procedentes de la primera planta.

- Zona de evacuación 3:

Las escaleras de evacuación en sentido descendente desde la primera planta hasta la planta baja, son las que enlazan los pasillos de evacuación Pa3 con Pa2. Tendrán una anchura mínima de $A \geq P/160 \geq 1,20$, donde P será las personas de la primera planta.

La evacuación descendente del público y personal situados en la primera planta se realizará a través del pasillo de evacuación Pa3, que conduce directamente hasta las escaleras, donde éstas enlazan con el pasillo de evacuación Pa2. En este punto de enlace el personal evacuado de la primera planta dispone de dos recorridos alternativos de evacuación; siguiendo el Pa2 hasta el exterior, o bien, en caso de necesidad, siguiendo el Pa2 para enlazar con Pa1 y finalmente llegar al exterior.

$$A \geq (107 + 6 + 91)/160 = 1,275 \text{ m, necesarios como mínimo.}$$

$$Pa3 \geq (107 + 6 + 91)/200 = 1,02 \text{ m necesarios como mínimo.}$$

- Las escaleras de evacuación disponen de una anchura de 1,35 m, suficiente para evacuar a las 204 personas de la primera planta ($A = 1,35 \text{ m} \geq 1,20 \text{ m}$). La anchura de las escaleras de 1,35 m dispone de la capacidad de evacuar a 216 personas en sentido descendente.

- El pasillo de evacuación Pa3, tendrá una anchura de 1,30 m. Con capacidad para evacuar a las 204 personas procedentes de la primera planta.

- Zona de evacuación 4:

El personal de servicio que en el momento de evacuación se encuentre en parte de la zona de cocina, preparación de platos fríos, repostería, zona de lavado y almacenes, podrá evacuar por la puerta de aprovisionamiento de mercaderías (P3), situada en el pasillo de las cámaras frigoríficas (Pa4).

- La puerta de evacuación P3 será exclusivamente para los usuarios habituales de la zona de cocina, lavado, almacén y cámaras. Dispondrá una anchura de 0,85 m, suficientes para evacuar a todo el personal que se encuentre en dichas zonas en caso de incendio.
- El pasillo de evacuación que discurre por la zona de cámaras lo llamaremos Pa4 y conducirá desde la zona de cocina, lavado, almacén y cámaras, directamente hasta la salida P3. Dicho pasillo será utilizado exclusivamente por el personal de servicio que se encuentre en dichas zonas en caso de incendio. Presentará una anchura de 1,20 m.

Teniendo en cuenta que la normativa de seguridad frente a incendios NBE-DB-SI aplicada, indica que la anchura libre en puertas, pasos y huecos previstos como salida de evacuación debe ser igual o mayor que 0,80 m, y que la anchura de las puertas de dos hojas debe ser igual o menor que 1,20 m, las medidas obtenidas según la ocupación de cada zona se encuentran dentro de los márgenes establecidos.

2.4.4.4. PUERTAS EN RECORRIDOS DE EVACUACIÓN

Las puertas previstas como salida de planta o de edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas serán abatibles con eje de giro vertical, y su sistema de cierre no actuará mientras haya actividad en las zonas a evacuar.

La puerta o salida Pa3 tendrá un dispositivo de apertura mediante manilla o pulsador conforme a la norma UNE-EN 179:2003 VC1, por tratarse de la evacuación de zonas ocupadas por personal de servicio familiarizados con la puerta considerada. Y abrirá en sentido de la evacuación. La puerta o salida Pa2 será de barra horizontal de empuje conforme a la norma UNE EN 1125:2003 VC1, y abrirá en sentido de la evacuación, es decir, hacia el exterior. Finalmente, la puerta principal Pa1 será del tipo correderas automáticas.

Las puertas de apertura automática Pa1 dispondrán de un sistema tal que, en caso de fallo del mecanismo de apertura o del suministro de energía, abra la puerta e impida que ésta se cierre.

2.4.4.5. SEÑALIZACIÓN DE LOS MEDIOS DE EVACUACIÓN

Se utilizarán las señales de salida, de uso habitual o de emergencia, definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios:

- a) Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo “SALIDA”,
- b) La señal con el rótulo “Salida de emergencia” debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.
- c) Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un recinto con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.
- d) En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma que quede claramente indicada la alternativa correcta. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como en las escaleras.
- e) En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse la señal con el rótulo “Sin salida” en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.
- f) Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida, conforme a lo establecido en el capítulo 4 de esta Sección.
- g) El tamaño de las señales será:
 - 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m.
 - 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m.

Las señales a las que se ha hecho referencia, deben de ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro del alumbrado normal. Para ello, dispondrán de fuentes luminosas incorporadas externamente aquellas que están colocadas sobre cada puerta de salida del local, y aquellas que señalen la dirección para la evacuación y la localización de los extintores, serán auto-luminiscentes, en cuyo caso, sus características de emisión luminosa deberán cumplir lo establecido en la norma UNE 23 035 parte 1.

2.4.5. DETECCIÓN, CONTROL Y EXTINCIÓN DEL INCENDIO

2.4.5.1. INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

2.4.5.1.1. Generalidades

Los edificios deben disponer de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que se indican en la tabla 2.4.8 procedente del DB-SI 4. El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, deben cumplir lo establecido en el “Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios”, en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que le sea de aplicación. La puesta en funcionamiento de las instalaciones requiere la presentación, ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, del certificado de la empresa instaladora al que se refiere el artículo 18 del reglamento CTE-DB-SI.

<i>Pública concurrencia</i>	
Bocas de incendio	Si la superficie construida excede de 500 m ² . ⁽⁸⁾
Columna seca ⁽⁶⁾	Si la altura de evacuación excede de 24 m.
Sistema de alarma	Si la ocupación excede de 500 personas. El sistema debe ser apto para emitir mensajes por megafonía.
Sistema de detección de incendio	Si la superficie construida excede de 1000 m ² . ⁽⁹⁾
Hidrantes exteriores	En cines, teatros, auditorios y discotecas con superficie construida comprendida entre 500 y 10.000 m ² y en recintos deportivos con superficie construida comprendida entre 5.000 y 10.000 m ² . ⁽⁴⁾

Tabla 2.4.8. Dotación de instalaciones de protección contra incendios en pública concurrencia.

Características a tener en cuenta de la tabla 2.4.8:

- 4) Para el cómputo de la dotación que se establece se pueden considerar los hidrantes que se encuentran en la vía pública a menos de 100 de la fachada accesible del edificio.
- 6) Los municipios pueden sustituir esta condición por la de una instalación de bocas de incendio equipadas cuando, por el emplazamiento de un edificio o por el nivel de dotación de los servicios públicos de extinción existentes, no quede garantizada la utilidad de la instalación de columna seca.
- 8) Los equipos serán de tipo 25 mm.
- 9) El sistema dispondrá al menos de detectores de incendio.

2.4.5.1.2. Dotación de instalaciones de protección contra incendios

En el plano de protección contra incendios que se adjunta, se puede observar la distribución de los extintores, BIE, pulsadores, alarmas, detectores así como la señalización, pasillos de evacuación y salidas.

Extintores

Según la normativa aplicada CTE-DB-SI, los elementos de protección frente a incendios de uso general establecido en el local, serán del tipo extintores portátiles de polvo convencional con una eficacia como mínimo 21A-113B.

Los extintores portátiles se colocarán cada 15 m como máximo de recorrido en planta, desde todo punto de origen de la evacuación. En las zonas de riesgo especial, como es el caso de la cocina se colocará 1 extintor portátil de eficacia 21A-113B.

Se colocarán tres extintores en el comedor, uno en la cocina, uno en la zona del comedor próxima a la entrada/salida, y otro en el pasillo de la zona de cámaras. En la primera planta la distribución será de dos extintores en el comedor y uno en la zona de preparación. Los extintores serán polivalentes de tipo A para materias sólidas, con una eficacia como mínimo 21A-113B. Y como indica la normativa, estarán situados en lugares visibles desde los recorridos de evacuación (como se indica en el plano de señalización, iluminación de emergencia y plan de evacuación), de manera que dentro del local, la longitud real hasta llegar a uno de ellos no será mayor de 15 metros tal y como especifica la normativa.

Los extintores se dispondrán de manera que puedan ser utilizados de forma rápida y fácil; y se situarán en los paramentos de forma tal que el extremo superior del extintor se encuentre a una altura sobre el suelo menor de 1,70 metros como indica la normativa.

Encima de los extintores habrá una señal que lo identifique, y que deberá ser cuadrada, con el fondo rojo y el símbolo blanco que se utiliza para indicar la ubicación de un extintor portátil (UNE 23-033-81).

Boca de Incendio Equipada (BIE)

El restaurante por tratarse de un local de pública concurrencia, con una superficie mayor de 500m², dispondrá de una boca de incendio equipada del tipo 25 mm, situada en la planta principal, cerca de la zona de entrada/salida. Formada por:

- Armario que contenga en el interior todos los componentes.
- Soporte para la manguera.
- Válvula de paso del agua.
- Racores de conexión.
- Manguera semirrígida de 25 mm de diámetro y 25 m de longitud.
- Lanza.

Las bocas de incendio equipadas estarán situadas en las paredes a una altura, tal que, la boquilla y la válvula de apertura manual queden a una altura de 1,50 m como máximo.

Sobre la boca de incendio habrá una señal que la identifique, y que deberá ser cuadrada, con el fondo rojo y el símbolo blanco que se utiliza para indicar la ubicación de una boca de incendio equipada (BIE).

Alarmas

Se instalarán pulsadores de alarma junto a las salidas, junto a la BIE, y junto a los sistemas de extinción mediante gas R 102.

Detectores

Se instalarán detectores avisadores de incendio, en lugares poco concurridos y de forma esporádica. Dichos lugares son; almacén, mantenimiento, vestuarios, preparación primera planta, comedor primera planta y oficina.

Sistema automático de extinción

Sobre la zona de preparación de alimentos de la cocina principal, se instalará un sistema de detección y extinción de incendios mediante gas R 102. Dicho sistema, se situará en las campanas extractoras de la cocina principal, será del tipo ANSUL R 102.

2.4.5.2. SEÑALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio) se señalizarán mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño será:

- 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m.
- 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m.

Las señales serán visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean foto luminiscentes, sus características de emisión luminosa debe cumplir lo establecido en la norma UNE 23035-4:1999.

2.4.6. RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA

2.4.6.1. CARACTERÍSTICAS QUE DEFINEN EL COMPORTAMIENTO ANTE EL FUEGO

Las exigencias del comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo se definen por los tiempos durante los cuales dicho elemento debe mantener aquellas de las

condiciones siguientes que le sean aplicables, en el ensayo normalizado conforme a la norma UNE 23 093:

- a) Estabilidad o capacidad portante
- b) Ausencia de emisión de gases inflamables por la cara no expuesta.
- c) Estanqueidad al paso de llamas o gases calientes
- d) Resistencia térmica suficiente para impedir que se produzcan en la cara expuesta temperaturas superiores a las que se establecen en la ya citada norma UNE.

Es aplicable todas las condiciones cuando se exija resistencia al fuego (RF), las condiciones a), b) y c) en el caso de para llamas (PF),

Se establecen las exigencias conforme a la siguiente escala de tiempos: 15, 30, 60, 90, 120, 180 y 240 min.

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de los materiales se definen fijando la clase que deben alcanzar conforme a la norma UNE 23 727. Estas clases se denominan M, M1, M2, M3 y M4. El número de la denominación de cada clase indica la magnitud relativa con la que los materiales correspondientes pueden favorecer el desarrollo de un incendio.

2.4.6.2. RESISTENCIA AL FUEGO EXIGIBLE A LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Para determinar la resistencia de la estructura ante el fuego tomaremos los valores que se definen en la norma de acuerdo a los siguientes criterios:

- Los forjados de piso, junto con las vigas y los soportes que sean recorrido de evacuación, tendrán como mínimo la resistencia al fuego RF que se indica en la tabla 3.1 del DB-SI (ver tabla 2.4.9. y 2.4.10.), en función de la máxima altura de evacuación del edificio y del uso del recinto inmediatamente inferior al forjado considerado.

Uso del sector de incendio considerado ⁽¹⁾	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante altura de evacuación del edificio		
		<15 m	<28 m	≥28 m
Vivienda unifamiliar ⁽²⁾	R 30	R 30	-	-
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	R 120	R 60	R 90	R 120
Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	R 120 ⁽³⁾	R 90	R 120	R 180
Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso)		R 90		
Aparcamiento (situado bajo un uso distinto)		R 120 ⁽⁴⁾		

⁽¹⁾ La resistencia al fuego suficiente de un suelo es la que resulte al considerarlo como techo del sector de incendio situado bajo dicho suelo.

⁽²⁾ En viviendas unifamiliares agrupadas o adosadas, los elementos que formen parte de la estructura común tendrán la resistencia al fuego exigible a edificios de uso Residencial Vivienda.

⁽³⁾ R 180 si la altura de evacuación del edificio excede de 28 m.

⁽⁴⁾ R 180 cuando se trate de aparcamientos robotizados.

Tabla 2.4.9. Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales.

ANEXOS

Riesgo especial bajo	R 90
Riesgo especial medio	R 120
Riesgo especial alto	R 180

⁽¹⁾ No será inferior al de la estructura portante de la planta del edificio excepto cuando la zona se encuentre bajo una cubierta no prevista para evacuación y cuyo fallo no suponga riesgo para la estabilidad de otras plantas ni para la compartimentación contra incendios, en cuyo caso puede ser R 30.

La resistencia al fuego suficiente de un suelo es la que resulte al considerarlo como techo del sector de incendio situado bajo dicho suelo

Tabla 2.4.10. Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales de zonas de riesgo especial integradas en los edificios.

- Teniendo en cuenta la normativa aplicada y asimilando el restaurante como uso comercial, pública concurrencia, y con altura de evacuación menor de 15 m, el grado de resistencia al fuego exigible a los elementos estructurales será R90.

Resistencia al fuego de los elementos constructivos:

1. Soportes

La resistencia al fuego de los soportes expuestos por tres o cuatro caras, se obtiene referida a la distancia mínima equivalente al eje de las armaduras de las caras expuestas. Los soportes serán R90, con un espesor mínimo de 250 mm y una distancia mínima equivalente al eje de las armaduras de 30 mm.

En soportes de acero revestidos mediante elementos de fábrica en todo el contorno expuesto al fuego, se puede considerar del lado de la seguridad que la resistencia al fuego del soporte es, al menos igual a la resistencia al fuego correspondiente al elemento de fábrica.

2. Medianerías y fachadas

Las medianerías o muro colindante con otro edificio, así como fachadas, serán como mínimo R90.

3. Forjados unidireccionales

Los forjados dispondrán de elementos de entrevigado cerámicos o de hormigón y revestimiento inferior, para resistencia al fuego R120 o menor bastará con que se cumpla el valor de la distancia mínima equivalente al eje de las armaduras, con flexión en una dirección no mayor de 25 mm y en dos direcciones no mayor de 15 mm.

Los revestimientos de yeso pueden considerarse como espesores adicionales de hormigón equivalentes a 1,8 veces su espesor real. Cuando estén aplicados en techos, para resistencias al fuego R 90 como máximo se recomienda que su puesta en obra se realice por proyección.

4. Elementos de partición interior, fábrica de ladrillo

Las paredes o particiones interiores serán como mínimo R90, excepto las de las zonas que se dispongan como paso entre dos sectores contiguos, las cuales tendrán al menos la resistencia al fuego exigible a sus elementos de compartimentación. Los tabiques que delimitan las diferentes zonas del local están formados por ladrillo hueco guarnecido por ambas caras, con un espesor entre 80-110 mm y presentan una clasificación EI 180.

La resistencia al fuego es aplicable solamente a muros y tabiques de una hoja, sin revestir y guarnecidos con yeso, con espesores de 1,5 cm como mínimo.

5. Encuentro entre elementos constructivos

El valor de la resistencia al fuego exigido a cualquier elemento que separe dos espacios, deberá mantenerse a través de todo recorrido que pueda reducir la función exigida a dicha separación, tal como cámaras, falsos techos, suelos elevados y encuentros con otros elementos constructivos.

2.4.6.3. CONDICIONES EXIGIBLES A LOS MATERIALES

Los materiales utilizados como revestimiento o acabado superficial en pasillos y zonas por las que discurran los recorridos de evacuación, deben pertenecer a la clase de reacción admisible en suelos de M3. Y para los revestimientos de techos y paredes M2.

Teniendo en cuenta que los materiales cerámicos, metálicos, así como cristales, hormigones, morteros y yesos, se consideran de clase M0, el edificio cumplirá las exigencias referentes a la seguridad contra incendios.

Los materiales situados en el interior de falsos techos o suelos elevados, tanto los utilizados para el aislamiento térmico y para acondicionamiento acústico, como los que constituyan o revistan conductos de aire acondicionado o ventilación, deberán pertenecer a la clase M1 u otra más favorable.

Las cortinas y otros tipos de decoración deberán ser de la clase M1.

2.4.7. INSTALACIONES GENERALES

2.4.7.1. INSTALACIONES Y SERVICIOS GENERALES

Las campanas de extracción de humos estarán constituidas por materiales de la clase M0 no poroso. Y los conductos de extracción de humos deberán ser independientes de cualquier otro sistema de ventilación y exclusivo para la zona de cocina. Estos conductos estarán fabricados con material de la clase M0 y dispondrán de registros para la inspección y limpieza en los cambios de dirección con ángulos mayores de 30° y cada 3 m como máximo de tramo horizontal. En el interior no deberán colocarse compuertas cortafuego.

Los filtros de la campana extractora serán de la clase M0 y estarán separados de los focos de calor más de 1,2 m si son de tipo parrilla o de gas, y más de 0,50 m si son de otros tipos. Deberán ser fácilmente accesibles para su limpieza, tendrán una inclinación mayor de 45°, y tendrán una bandeja de recogida de grasas que conduzca estas hasta un recipiente cerrado cuya capacidad sea menor de 3 l.

Los ventiladores de las campanas y su acometida eléctrica, serán capaces de funcionar a 400° C durante 90 minutos como mínimo, y su unión con los conductos será estanca y estará realizada con materiales de la clase M0. Los ventiladores cumplirán las especificaciones de la norma UNE-EN 12101-3: 2002 “Especificaciones para aireadores extractores de humos y calor mecánicos.” y tendrán una clasificación F₄₀₀ 90.

2.4.7.2. INSTALACIÓN DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA

El local contará con iluminación de emergencia por tener el recinto una ocupación superior a 100 personas.

Las instalaciones para alumbrado normal y de emergencia de las zonas indicadas, estarán proyectadas de forma que quede garantizada la iluminación de estas zonas durante todo el tiempo que estén ocupadas.

La instalación será fija, estará prevista de una fuente de energía propia, y deberá entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo en la alimentación eléctrica normal, entendiendo por fallo el descenso de tensión de la alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.

La instalación cumplirá las condiciones de servicio que se indican a continuación, durante una hora como mínimo, a partir del instante que tenga lugar el fallo.

La iluminación será como mínimo de 5 lux en los puntos en los que están situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exigen utilización manual, y en los cuadros de distribución de alumbrado.

La uniformidad de la iluminación proporcionada en los diferentes puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea inferior a 40.

Estas luces se encuentran en los recorridos de evacuación, en las puertas de salida y en las puertas interiores y próximas a los puntos donde hay un equipo de protección contra incendios, colocadas a 2'5 m sobre el nivel del suelo. Se han colocado de manera que queden cerca de los lugares donde hay alguna señalización de salida o de recorrido de evacuación.

Las luces de emergencia tendrán una iluminancia de 255 lux y una autonomía de dos horas, cumpliendo con la norma UNE 20-392.

En los planos de protección contra incendios se pueden observar todas las iluminaciones de emergencia proyectadas conforme a las premisas citadas anteriormente.

ANEXO V

INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUA. **FONTANERÍA**

2.5. ANEXO DE LA INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUA

2.5.1. OBJETIVO

El objeto del presente apartado es especificar las partes que componen la instalación de fontanería necesaria para el acondicionamiento del restaurante. También exponer las condiciones técnicas efectuando los cálculos que justifiquen las soluciones adoptadas.

2.5.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES DE SUMINISTRO DE AGUA

2.5.2.1. PROPIEDADES DE LA INSTALACIÓN

2.5.2.1.1. Calidad del agua

El agua de la instalación debe cumplir lo establecido en la legislación vigente sobre el agua para consumo humano.

Las compañías suministradoras facilitarán los datos de caudal y presión que servirán de base para el dimensionado de la instalación.

Los materiales que se vayan a utilizar en la instalación, en relación con su afectación al agua que suministren, deben ajustarse a los siguientes requisitos:

- 1) para las tuberías y accesorios deben emplearse materiales que no produzcan concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero.
- 2) no deben modificar las características organolépticas ni la salubridad del agua suministrada.
- 3) deben ser resistentes a la corrosión interior.
- 4) deben ser capaces de funcionar eficazmente en las condiciones de servicio previstas.
- 5) no deben presentar incompatibilidad electroquímica entre sí.
- 6) deben ser resistentes a temperaturas de hasta 40°C, y a las temperaturas exteriores de su entorno inmediato.

- 7) deben ser compatibles con el agua suministrada y no deben favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano.
- 8) su envejecimiento, fatiga, durabilidad y las restantes características mecánicas, físicas o químicas, no deben disminuir la vida útil prevista de la instalación.

Para cumplir las condiciones anteriores pueden utilizarse revestimientos, sistemas de protección o sistemas de tratamiento de agua.

La instalación de suministro de agua debe tener características adecuadas para evitar el desarrollo de gérmenes patógenos y no favorecer el desarrollo de la biocapa (biofilm).

2.5.2.1.2. Protección contra retornos

Se dispondrán sistemas antirretorno para evitar la inversión del sentido del flujo en los puntos que figuran a continuación, así como en cualquier otro que resulte necesario:

- 1) Después de los contadores.
- 2) En la base de las ascendentes.
- 3) Antes del equipo de tratamiento de agua.
- 4) En los tubos de alimentación no destinados a usos domésticos.
- 5) Antes de los aparatos de refrigeración o climatización.

Las instalaciones de suministro de agua no podrán conectarse directamente a instalaciones de evacuación ni a instalaciones de suministro de agua proveniente de otro origen que la red pública.

En los aparatos y equipos de la instalación, la llegada de agua se realizará de tal modo que no se produzcan retornos.

Los antirretornos se dispondrán combinados con grifos de vaciado de tal forma que siempre sea posible vaciar cualquier tramo de la red.

2.5.2.1.3. Condiciones mínimas de suministro

La instalación debe suministrar a los aparatos y equipos del equipamiento higiénico los caudales que figuran en la tabla 2.5.1.

ANEXOS

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Tabla 2.5.1. Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato.

En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:

- 100 kPa para grifos comunes.
- 150 kPa para fluxores y calentadores.

La presión en cualquier punto de consumo no debe superar 500 kPa.

La temperatura de ACS en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50°C y 65°C, excepto en las instalaciones ubicadas en edificios dedicados a uso exclusivo de vivienda siempre que estas no afecten al ambiente exterior de dichos edificios.

2.5.2.2. DEMANDA DEL SUMINISTRO DE AGUA

2.5.2.2.1. Demanda del suministro de agua fría (AF)

El consumo de los diferentes aparatos que forman la instalación de agua fría y por consiguiente el consumo global, viene resumido en la tabla mostrada a continuación.

DEMANDA DEL SUMINISTRO DE AGUA			
	Planta baja	Planta primera	Cubierta
Lavabos	5	6	0
Caudal lavabos (l/s)	0,1	0,1	0
Fregaderos	4	1	0

ANEXOS

Caudal fregaderos (l/s)	0,2	0,2	0	
Fregaderos no domésticos	2	0	0	
Caudal fregaderos no domésticos (l/s)	0,3	0	0	
Inodoro con cisterna	6	5	0	
Caudal inodoros (l/s)	0,1	0,1	0	
Urinarios con grifo temporizado	3	3	0	
Caudal urinarios (l/s)	0,15	0,15	0	
Lavavajillas	2	0	0	
Caudal lavavajillas (l/s)	0,25	0	0	
Lavadora	1	0	0	
Caudal lavadora (l/s)	0,2	0	0	
Climatizadora exterior	0	0	1	
Caudal climatizadora (l/s)	0	0	0,4	Total:
CAUDAL TOTAL (l/s)	3,65	1,75	0,4	5,8

Tabla 2.5.2. Suministro de agua fría.

2.5.2.2.2. Demanda del suministro de agua caliente sanitaria (ACS)

El consumo de los diferentes aparatos que forman la instalación de agua caliente sanitaria y por consiguiente el consumo global, viene resumido en la tabla mostrada a continuación.

DEMANDA DEL SUMINISTRO DE AGUA CALIENTE SANITARIA								
	Lavabos	Caudal lavabos (l/s)	Fregaderos	Caudal fregaderos (l/s)	Fregadero no doméstico	Caudal fregadero no doméstico (l/s)	Puntos de consumo	Caudal total (l/s)
Planta baja	5	0,1	4	0,2	2	0,3	11	1,9
Planta primera	6	0,1	1	0,2	0	0	7	0,8
							Total:	2,7

Tabla 2.5.3. Suministro de agua caliente sanitaria.

2.5.3. DISEÑO GENERAL DE LA INSTALACIÓN

2.5.3.1. ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN

Esquema de la instalación está formado por red con contador general único, según el esquema de la figura 2.5.1, y compuesta por la acometida, la instalación general que contiene un armario o arqueta del contador general, un tubo de alimentación y un distribuidor principal; y las derivaciones colectivas.

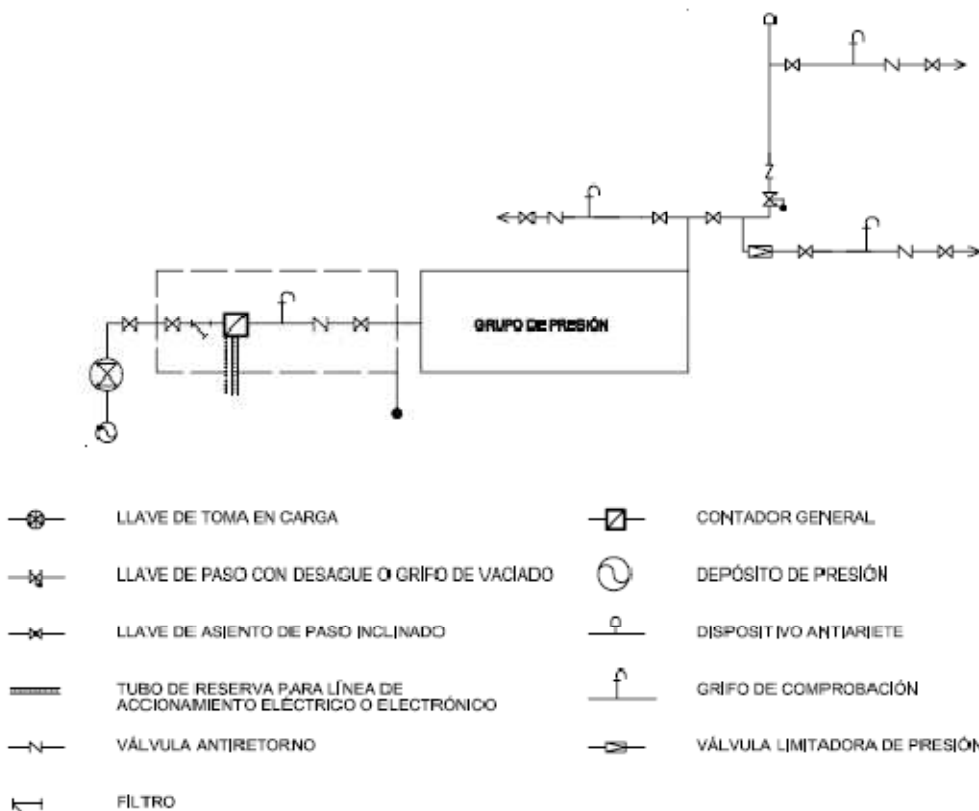


Figura 2.5.1. Esquema de red con contador general.

2.5.3.2. ELEMENTOS QUE FORMAN LA INSTALACIÓN DE AGUA FRÍA

2.5.3.2.1. Acometida

La acometida debe disponer, como mínimo, de los elementos siguientes:

- 1) Una llave de toma o un collarín de toma en carga, sobre la tubería de distribución de la red exterior de suministro que abra el paso a la acometida.
- 2) Un tubo de acometida que enlace la llave de toma con la llave de corte general.
- 3) Una llave de corte en el exterior de la propiedad.

En el caso de que la acometida se realice desde una captación privada o en zonas rurales en las que no exista una red general de suministro de agua, los equipos a instalar (además de la captación propiamente dicha) serán los siguientes: válvula de pie, bomba para el trasiego del agua y válvulas de registro y general de corte.

2.5.3.2.2. Instalación general

La instalación general debe contener, en función del esquema adoptado, los elementos que le correspondan de los que se citan en los apartados siguientes.

Llave de corte general

La llave de corte general servirá para interrumpir el suministro al edificio, y estará situada dentro de la propiedad, en una zona de uso común, accesible para su manipulación y señalada adecuadamente para permitir su identificación. Si se dispone armario o arqueta del contador general, debe alojarse en su interior.

Filtro de la instalación general

El filtro de la instalación general debe retener los residuos del agua que puedan dar lugar a corrosiones en las canalizaciones metálicas. Se instalará a continuación de la llave de corte general. Si se dispone armario o arqueta del contador general, debe alojarse en su interior. El filtro debe ser de tipo Y con un umbral de filtrado comprendido entre 25 y 50 μ m, con malla de acero inoxidable y baño de plata, para evitar la formación de bacterias y autolimpiable. La situación del filtro debe ser tal que permita realizar adecuadamente las operaciones de limpieza y mantenimiento sin necesidad de corte de suministro.

Armario o arqueta del contador general

El armario o arqueta del contador general contendrá, dispuestos en este orden, la llave de corte general, un filtro de la instalación general, el contador, una llave, grifo o racor de prueba, una válvula de retención y una llave de salida. Su instalación debe realizarse en un plano paralelo al del suelo.

La llave de salida debe permitir la interrupción del suministro al edificio. La llave de corte general y la de salida servirán para el montaje y desmontaje del contador general.

Tubo de alimentación

El trazado del tubo de alimentación debe realizarse por zonas de uso común. En caso de ir empotrado deben disponerse registros para su inspección y control de fugas, al menos en sus extremos y en los cambios de dirección.

Distribuidor principal

El trazado del distribuidor principal debe realizarse por zonas de uso común. En caso de ir empotrado deben disponerse registros para su inspección y control de fugas, al menos en sus extremos y en los cambios de dirección.

Debe adoptarse la solución de distribuidor en anillo en edificios tales como los de uso sanitario, en los que en caso de avería o reforma el suministro interior deba quedar garantizado.

Deben disponerse llaves de corte en todas las derivaciones, de tal forma que en caso de avería en cualquier punto no deba interrumpirse todo el suministro.

Ascendentes o montantes

Las ascendentes o montantes deben discurrir por zonas de uso común del mismo.

Deben ir alojadas en recintos o huecos, contruidos a tal fin. Dichos recintos o huecos, que podrán ser de uso compartido solamente con otras instalaciones de agua del edificio, deben ser registrables y tener las dimensiones suficientes para que puedan realizarse las operaciones de mantenimiento.

Las ascendentes deben disponer en su base de una válvula de retención, una llave de corte para las operaciones de mantenimiento, y de una llave de paso con grifo o tapón de vaciado, situadas en zonas de fácil acceso y señaladas de forma conveniente. La válvula de retención se dispondrá en primer lugar, según el sentido de circulación del agua.

En su parte superior deben instalarse dispositivos de purga, automáticos o manuales, con un separador o cámara que reduzca la velocidad del agua facilitando la salida del aire y disminuyendo los efectos de los posibles golpes de ariete.

Contadores divisionarios

Los contadores divisionarios deben situarse en zonas de uso común del edificio, de fácil y libre acceso.

Contarán con pre-instalación adecuada para una conexión de envío de señales para lectura a distancia del contador.

Antes de cada contador divisionario se dispondrá una llave de corte. Después de cada contador se dispondrá una válvula de retención.

Sistemas de reducción de la presión

Deben instalarse válvulas limitadoras de presión en el ramal o derivación pertinente para que no se supere la presión de servicio máxima establecida en el apartado 2.1.3. del DB-HS4 del CTE, que corresponde a 500kPa.

Cuando se prevean incrementos significativos en la presión de red deben se instalarán válvulas limitadoras de tal forma que no se supere la presión máxima de servicio en los puntos de utilización.

2.5.3.2.3. Instalaciones particulares

Las instalaciones particulares estarán compuestas de los elementos siguientes:

- 1) Una llave de paso situada en el interior de la propiedad particular en lugar accesible para su manipulación.
- 2) Derivaciones particulares, cuyo trazado se realizará de forma tal que las derivaciones a los cuartos húmedos sean independientes. Cada una de estas derivaciones contará con una llave de corte, tanto para agua fría como para agua caliente.
- 3) Ramales de enlace.
- 4) Puntos de consumo, de los cuales, todos los aparatos de descarga, tanto depósitos como grifos, los calentadores de agua instantáneos, los acumuladores, las calderas individuales de producción de ACS y calefacción y, en general, los aparatos sanitarios, llevarán una llave de corte individual.

2.5.3.3. INSTALACIONES DE AGUA CALIENTE

En el apartado 2.5.6 del presente anexo entraremos en detalle sobre las características, diseño y elementos de la instalación de agua caliente sanitaria (ACS) del local objeto de estudio.

Se explica a continuación los rasgos básicos de una instalación de ACS.

2.5.3.3.1. Distribución (impulsión y retorno)

En el diseño de las instalaciones de ACS deben aplicarse condiciones análogas a las de las redes de agua fría.

Tanto en instalaciones individuales como en instalaciones de producción centralizada, la red de distribución debe estar dotada de una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15 m.

En el caso particular que nos ocupa, la máxima longitud de distribución de ACS discurre por una longitud de tubería de 19 m entre tramos y desniveles, así pues, instalaremos una red de retorno hasta el acumulador. Dicha red de retorno estará ubicada en la planta baja y presenta dos puntos de inicio, el primero al final de la red de distribución de ACS hacia lavabos y el segundo al final de la red de suministro de ACS de las cocinas. Las dos redes de retorno se unen finalmente en un único tramo que conducirá el agua caliente enfriada hasta el acumulador. El circuito no requiere de bomba de retorno, ya que la presión suministrada es suficiente.

En la planta primera no hay ninguna distribución de ACS con una longitud mayor a 15m, no obstante para mantener el AC a una temperatura de confort dentro de las tuberías, instalaremos cable calefactor durante el recorrido en las tuberías de AC, desde el termo hasta el último punto de consumo.

El cable calefactor es un traceado eléctrico, consiste en aplicar uno o más cables calefactores a lo largo de las tuberías, que aporten la energía calorífica necesaria, para compensar las pérdidas a través de los aislamientos térmicos, debidas a la diferencia de

temperaturas entre la que se desea mantener en el agua, y la mínima ambiente que pueda darse. El sistema permite evitar que se enfríe el agua cuando queda estática, y garantizar temperaturas por encima de 50°C en cualquier punto de las tuberías, frenando así, la multiplicación de la Legionella.

El sistema de traceado eléctrico, además de frenar la Legionella, ahorra la energía que se pierde a través de los aislamientos térmicos. Ahorra agua, al disponer caliente de forma instantánea en los puntos de consumo.

Para soportar adecuadamente los movimientos de dilatación por efectos térmicos deben tomarse las precauciones siguientes:

- en las distribuciones principales deben disponerse las tuberías y sus anclajes de tal modo que dilaten libremente, según lo establecido en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE para las redes de calefacción.
- en los tramos rectos se considerará la dilatación lineal del material, previendo dilatadores si fuera necesario, cumpliéndose para cada tipo de tubo las distancias que se especifican en el Reglamento antes citado.

El aislamiento de las redes de tuberías, tanto en impulsión como en retorno, debe ajustarse a lo dispuesto en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE.

2.5.3.3.2. Regulación y control

En las instalaciones de AC se regulará y se controlará la temperatura de preparación y la de distribución.

En las instalaciones individuales los sistemas de regulación y de control de la temperatura estarán incorporados a los equipos de producción y preparación.

2.5.3.4. PROTECCIÓN CONTRA RETORNOS

2.5.3.4.1. Condiciones generales de la instalación de suministro

La constitución de los aparatos y dispositivos instalados y su modo de instalación deben ser tales que se impida la introducción de cualquier fluido en la instalación y el retorno del agua salida de ella.

La instalación no puede empalmarse directamente a una conducción de evacuación de aguas residuales.

No pueden establecerse uniones entre las conducciones interiores empalmadas a las redes de distribución pública y otras instalaciones, tales como las de aprovechamiento de agua que no sea procedente de la red de distribución pública.

Las instalaciones de suministro que dispongan de sistema de tratamiento de agua deben estar provistas de un dispositivo para impedir el retorno; este dispositivo debe situarse antes del sistema y lo más cerca posible del contador general si lo hubiera.

2.5.3.4.2. Puntos de consumo de alimentación directa

En todos los aparatos que se alimentan directamente de la distribución de agua, tales como bañeras, lavabos, bidés, fregaderos, lavaderos, y en general, en todos los recipientes, el nivel inferior de la llegada del agua debe verter a 20 mm, por lo menos, por encima del borde superior del recipiente.

Los rociadores de ducha manual deben tener incorporado un dispositivo antirretorno.

2.5.3.4.3. Depósitos cerrados

En los depósitos cerrados aunque estén en comunicación con la atmósfera, el tubo de alimentación desembocará 40 mm por encima del nivel máximo del agua, o sea por encima del punto más alto de la boca del aliviadero. Este aliviadero debe tener una capacidad suficiente para evacuar un caudal doble del máximo previsto de entrada de agua.

2.5.3.5. SEPARACIONES RESPECTO DE OTRAS INSTALACIONES

El tendido de las tuberías de agua fría debe hacerse de tal modo que no resulten afectadas por los focos de calor y por consiguiente deben discurrir siempre separadas de las canalizaciones de agua caliente (ACS o calefacción) a una distancia de 4 cm, como mínimo. Cuando las dos tuberías estén en un mismo plano vertical, la de agua fría debe ir siempre por debajo de la de agua caliente.

Las tuberías deben ir por debajo de cualquier canalización o elemento que contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones, guardando una distancia en paralelo de al menos 30 cm.

Con respecto a las conducciones de gas se guardará al menos una distancia de 3 cm.

2.5.4. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

2.5.4.1. RESERVA DE ESPACIO EN EL EDIFICIO

En los edificios dotados con contador general único se preverá un espacio para un armario o una cámara para alojar el contador general de las dimensiones indicadas en la tabla 2.5.4.

Dimensiones en mm	Diámetro nominal del contador en mm									
	Armario					Cámara				
	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125
Largo	600	600	900	900	1300	2100	2100	2200	2500	3000
Ancho	500	500	500	500	600	700	700	800	800	800
Alto	200	200	300	300	500	700	700	800	900	1000

Tabla 2.5.4. Dimensiones del armario y de la cámara del contador general.

2.5.4.2. DIMENSIONADO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN

El cálculo se realizará con un primer dimensionado seleccionando el tramo más desfavorable de la misma y obteniéndose unos diámetros previos que posteriormente habrá que comprobar en función de la pérdida de carga que se obtenga con los mismos.

Este dimensionado se hará siempre teniendo en cuenta las peculiaridades de cada instalación y los diámetros obtenidos serán los mínimos que hagan compatibles el buen funcionamiento y la economía de la misma.

2.5.4.2.1. Dimensionado de los tramos

El dimensionado de la red se hará a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se partirá del circuito considerado como más desfavorable que será aquel que cuente con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

El dimensionado de los tramos se hará de acuerdo al procedimiento siguiente:

- 1) El caudal máximo de cada tramo será igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la tabla 5.1.
- 2) Establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con un criterio adecuado.
- 3) Determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.
- 4) Elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:
- 5) Tuberías metálicas: entre 0,50 y 2,00 m/s.
- 6) Tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,50 y 3,50 m/s
- 7) Obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.

2.5.4.2.2. Comprobación de la presión

Se comprobará que la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supera con los valores mínimos indicados en el apartado 5.1.1.3. y que en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo indicado en el mismo apartado, de acuerdo con lo siguiente:

- Determinar la pérdida de presión del circuito sumando las pérdidas de presión total de cada tramo. Las pérdidas de carga localizadas podrán estimarse en un 20% al 30% de la producida sobre la longitud real del tramo o evaluarse a partir de los elementos de la instalación.
- Comprobar la suficiencia de la presión disponible: una vez obtenidos los valores de las pérdidas de presión del circuito, se comprueba si son sensiblemente iguales a la presión disponible que queda después de descontar a la presión total, la altura geométrica y la residual del punto de consumo más desfavorable. En el caso de que la presión disponible en el punto de consumo fuera inferior a la presión mínima exigida sería necesaria la instalación de un grupo de presión.

2.5.4.3. DIMENSIONADO DE LAS DERIVACIONES A CUARTOS HÚMEDOS Y RAMALES DE ENLACE

Los ramales de enlace a los aparatos domésticos se dimensionarán conforme a lo que se establece en la tabla 2.5.5. En el resto, se tomarán en cuenta los criterios de suministro dados por las características de cada aparato y se dimensionará en consecuencia.

Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero (")	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	1/2	12
Lavabo, bidé	1/2	12
Ducha	1/2	12
Bañera <1,40 m	3/4	20
Bañera >1,40 m	3/4	20
Inodoro con cisterna	1/2	12
Inodoro con fluxor	1- 1 1/2	25-40
Urinario con grifo temporizado	1/2	12
Urinario con cisterna	1/2	12
Fregadero doméstico	1/2	12
Fregadero industrial	3/4	20
Lavavajillas doméstico	1/2 (rosca a 3/4)	12
Lavavajillas industrial	3/4	20
Lavadora doméstica	3/4	20
Lavadora industrial	1	25
Vertedero	3/4	20

Tabla 2.5.5. Diámetros mínimos de derivaciones a aparatos.

2.5.4.4. DIMENSIONADO DE LAS REDES DE AC

2.5.4.4.1. Dimensionado de las redes de impulsión de AC

Para las redes de impulsión o ida de AC se seguirá el mismo método de cálculo que para redes de agua fría.

2.5.4.4.2. Cálculo del aislamiento térmico

El espesor del aislamiento de las conducciones, tanto en la ida como en el retorno, se dimensionará de acuerdo a lo indicado en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios RITE y sus Instrucciones Técnicas complementarias ITE.

2.5.4.4.3. Cálculo de dilatadores

En los materiales metálicos se podrá aplicar lo especificado en la norma UNE 100 156:1989 y para los materiales termoplásticos lo indicado en la norma UNE ENV 12 108:2002.

En todo tramo recto sin conexiones intermedias con una longitud superior a 25 m se deben adoptar las medidas oportunas para evitar posibles tensiones excesivas de la tubería, motivadas por las contracciones y dilataciones producidas por las variaciones de temperatura. El mejor punto para colocarlos se encuentra equidistante de las derivaciones más próximas en los montantes.

2.5.5. PUESTA EN OBRA DE LA INSTALACIÓN**2.5.5.1. EJECUCIÓN**

La instalación de suministro de agua se ejecutará con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena construcción y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra.

Durante la ejecución e instalación de los materiales, accesorios y productos de construcción en la instalación interior, se utilizarán técnicas apropiadas para no empeorar el agua suministrada y en ningún caso incumplir los valores paramétricos establecidos en el Anexo I del Real Decreto 140/2003.

2.5.5.2. EJECUCIÓN DE LAS REDES DE TUBERÍAS**2.5.5.2.1. Condiciones generales**

La ejecución de las redes de tuberías se realizará de manera que se consigan los objetivos previstos en el proyecto sin dañar o deteriorar al resto del edificio, conservando las características del agua de suministro respecto de su potabilidad, evitando ruidos molestos, procurando las condiciones necesarias para la mayor duración posible de la instalación así como las mejores condiciones para su mantenimiento y conservación.

Las tuberías ocultas o empotradas discurrirán preferentemente por patinillos o cámaras de fábrica realizadas al efecto o prefabricados, techos o suelos técnicos, muros cortina o tabiques técnicos. Si esto no fuera posible, por rozas realizadas en paramentos de espesor adecuado, no estando permitido su empotramiento en tabiques de ladrillo hueco sencillo.

Cuando discurran por conductos, éstos estarán debidamente ventilados y contarán con un adecuado sistema de vaciado.

El trazado de las tuberías vistas se efectuará en forma limpia y ordenada. Si estuvieran expuestas a cualquier tipo de deterioro por golpes o choques fortuitos, deben protegerse adecuadamente.

La ejecución de redes enterradas atenderá preferentemente a la protección frente a fenómenos de corrosión, esfuerzos mecánicos y daños por la formación de hielo en su interior. Las conducciones no deben ser instaladas en contacto con el terreno, disponiendo siempre de un adecuado revestimiento de protección.

2.5.5.2.2. Uniones y juntas

Las uniones de los tubos serán estancas.

Las uniones de tubos resistirán adecuadamente la tracción, o bien la red la absorberá con el adecuado establecimiento de puntos fijos, y en tuberías enterradas mediante estribos y apoyos dispuestos en curvas y derivaciones.

Las uniones de tubos de plástico se realizarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

2.5.5.2.3. Protección contra las condensaciones

Tanto en tuberías empotradas u ocultas como en tuberías vistas, se considerará la posible formación de condensaciones en su superficie exterior y se dispondrá un elemento separador de protección, no necesariamente aislante pero si con capacidad de actuación como barrera antivapor, que evite los daños que dichas condensaciones pudieran causar al resto de la edificación.

Se considerarán válidos los materiales que cumplen lo dispuesto en la norma UNE 100 171:1989.

2.5.5.2.4. Protecciones térmicas

Los materiales utilizados como aislante térmico que cumplan la norma UNE 100 171:1989 se considerarán adecuados para soportar altas temperaturas.

Cuando la temperatura exterior del espacio por donde discurre la red pueda alcanzar valores capaces de helar el agua de su interior, se aislará térmicamente dicha red con aislamiento adecuado al material de constitución y al diámetro de cada tramo afectado, considerándose adecuado el que indica la norma UNE EN ISO 12 241:1999.

2.5.5.2.5. Protección contra esfuerzos mecánicos

Cuando una tubería haya de atravesar cualquier paramento del edificio u otro tipo de elemento constructivo que pudiera transmitirle esfuerzos perjudiciales de tipo mecánico, lo hará

dentro de una funda, también de sección circular, de mayor diámetro y suficientemente resistente.

Cuando en instalaciones vistas, el paso se produzca en sentido vertical, el pasatubos sobresaldrá al menos 3 centímetros por el lado en que pudieran producirse golpes ocasionales, con el fin de proteger al tubo. Igualmente, si se produce un cambio de sentido, éste sobresaldrá como mínimo una longitud igual al diámetro de la tubería más 1 centímetro.

Cuando la red de tuberías atraviese, en superficie o de forma empotrada, una junta de dilatación constructiva del edificio, se instalará un elemento o dispositivo dilatador, de forma que los posibles movimientos estructurales no le transmitan esfuerzos de tipo mecánico.

La suma de golpe de ariete y de presión de reposo no debe sobrepasar la sobrepresión de servicio admisible. La magnitud del golpe de ariete positivo en el funcionamiento de las válvulas y aparatos medido inmediatamente antes de estos, no debe sobrepasar 2 bar; el golpe de ariete negativo no debe descender por debajo del 50 % de la presión de servicio.

2.5.5.2.6. Protección contra ruidos

Como normas generales a adoptar, sin perjuicio de lo que pueda establecer el DB HR al respecto, se adoptarán las siguientes:

- Los huecos o patinillos, tanto horizontales como verticales, por donde discurran las conducciones estarán situados en zonas comunes.
- A la salida de las bombas se instalarán conectores flexibles para atenuar la transmisión del ruido y las vibraciones a lo largo de la red de distribución. dichos conectores serán adecuados al tipo de tubo y al lugar de su instalación.

2.5.5.2.7. Accesorios

Grapas y abrazaderas

La colocación de grapas y abrazaderas para la fijación de los tubos a los paramentos se hará de forma tal que los tubos queden perfectamente alineados con dichos paramentos, guarden las distancias exigidas y no transmitan ruidos y/o vibraciones al edificio.

El tipo de grapa o abrazadera será siempre de fácil montaje y desmontaje, así como aislante eléctrico.

Si la velocidad del tramo correspondiente es igual o superior a 2 m/s, se interpondrá un elemento de tipo elástico semirrígido entre la abrazadera y el tubo.

Soportes

Se dispondrán soportes de manera que el peso de los tubos cargue sobre estos y nunca sobre los propios tubos o sus uniones.

No podrán anclarse en ningún elemento de tipo estructural, salvo que en determinadas ocasiones no sea posible otra solución, para lo cual se adoptarán las medidas preventivas necesarias. La longitud de empotramiento será tal que garantice una perfecta fijación de la red sin posibles desprendimientos.

De igual forma que para las grapas y abrazaderas se interpondrá un elemento elástico en los mismos casos, incluso cuando se trate de soportes que agrupan varios tubos.

La máxima separación que habrá entre soportes dependerá del tipo de tubería, de su diámetro y de su posición en la instalación.

2.5.5.3. MATERIALES DE LA INSTALACIÓN

2.5.5.3.1. Condiciones generales de los materiales

De forma general, todos los materiales que se vayan a utilizar en las instalaciones de agua de consumo humano cumplirán los siguientes requisitos:

- 1) todos los productos empleados deben cumplir lo especificado en la legislación vigente para aguas de consumo humano.
- 2) no deben modificar las características organolépticas ni la salubridad del agua suministrada.
- 3) serán resistentes a la corrosión interior.
- 4) serán capaces de funcionar eficazmente en las condiciones previstas de servicio.
- 5) no presentarán incompatibilidad electroquímica entre sí.
- 6) deben ser resistentes, sin presentar daños ni deterioro, a temperaturas de hasta 40°C, sin que tampoco les afecte la temperatura exterior de su entorno inmediato.
- 7) serán compatibles con el agua a transportar y contener y no deben favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano.
- 8) su envejecimiento, fatiga, durabilidad y todo tipo de factores mecánicos, físicos o químicos, no disminuirán la vida útil prevista de la instalación.

Para que se cumplan las condiciones anteriores, se podrán utilizar revestimientos, sistemas de protección o los ya citados sistemas de tratamiento de agua.

2.5.5.3.2. Condiciones particulares de los materiales

En función de las condiciones expuestas en el apartado anterior, se consideran adecuados para las instalaciones de agua de consumo humano los siguientes tubos:

- 1) tubos de acero galvanizado, según Norma UNE 19 047:1996.
- 2) tubos de cobre, según Norma UNE EN 1 057:1996.
- 3) tubos de acero inoxidable, según Norma UNE 19 049-1:1997.
- 4) tubos de fundición dúctil, según Norma UNE EN 545:1995.
- 5) tubos de policloruro de vinilo no plastificado (PVC), según Norma UNE EN 1452:2000.
- 6) tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), según Norma UNE EN ISO 15877:2004.
- 7) tubos de polietileno (PE), según Normas UNE EN 12201:2003.
- 8) tubos de polietileno reticulado (PE-X), según Norma UNE EN ISO 15875:2004.
- 9) tubos de polibutileno (PB), según Norma UNE EN ISO 15876:2004.
- 10) tubos de polipropileno (PP) según Norma UNE EN ISO 15874:2004.
- 11) tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno resistente a temperatura (PE-RT), según Norma UNE 53 960 EX:2002.
- 12) tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno reticulado (PE-X), según Norma UNE 53 961 EX:2002.

El aislamiento térmico de las tuberías utilizado para reducir pérdidas de calor, evitar condensaciones y congelación del agua en el interior de las conducciones, se realizará con coquillas resistentes a la temperatura de aplicación.

El material de válvulas y llaves no será incompatible con las tuberías en que se intercalen. El cuerpo de la llave ó válvula será de una sola pieza de fundición o fundida en bronce, latón, acero, acero inoxidable, aleaciones especiales o plástico.

Solamente pueden emplearse válvulas de cierre por giro de 90° como válvulas de tubería si sirven como órgano de cierre para trabajos de mantenimiento. Serán resistentes a una presión de servicio de 10 bar.

2.5.6. PUESTA EN SERVICIO DE LA INSTALACIÓN

2.5.6.1. PRUEBAS DE LAS INSTALACIONES INTERIORES

La empresa instaladora estará obligada a efectuar una prueba de resistencia mecánica y estanquidad de todas las tuberías, elementos y accesorios que integran la instalación, estando todos sus componentes vistos y accesibles para su control.

2.5.6.2. PRUEBAS DE LAS INSTALACIONES DE ACS

En las instalaciones de preparación de ACS se realizarán las siguientes pruebas de funcionamiento:

- Medición de caudal y temperatura en los puntos de agua.
- Obtención de los caudales exigidos a la temperatura fijada una vez abiertos el número de grifos estimados en la simultaneidad.
- Comprobación del tiempo que tarda el agua en salir a la temperatura de funcionamiento una vez realizado el equilibrado hidráulico de las distintas ramas de la red de retorno y abiertos uno a uno el grifo más alejado de cada uno de los ramales, sin haber abierto ningún grifo en las últimas 24 horas.
- Medición de temperaturas de la red.
- Con el acumulador a régimen, comprobación con termómetro de contacto de las temperaturas del mismo, en su salida y en los grifos. La temperatura del retorno o del punto de consumo más alejado no debe ser inferior en 3 °C a la de salida del acumulador.

2.5.7. INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA**2.5.7.1. NECESIDAD DE DISPONER DE ACS**

Es evidente que la necesidad de disponer de ACS en los edificios se establece sobre todo por razones higiénicas y de confort, a nadie se le ocurriría hoy en día prescindir de ella en un establecimiento o edificio con algún local de aseo personal o de limpieza doméstica, pero también está legislado que esto sea así.

2.5.7.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ACS

Para suministrar ACS a los aparatos sanitarios y de cocina de los distintos locales húmedos habrá que disponer de una red de distribución de AC que de servicio a esos puntos de consumo desde un equipo de producción de ACS, que estará a su vez alimentado de agua apta para el uso sanitario de la red general de agua fría del edificio. A partir de este esquema general de producción y distribución de ACS surge una gran variedad de esquemas particulares resultado de la adaptación del esquema básico a las características concretas del edificio.

Estas características específicas que definen esos esquemas particulares de distribución y producción de ACS de los distintos edificios son muy variados: tipo de uso y tamaño del edificio, caudales de consumo, frecuencia del consumo, concentración o dispersión de los locales de consumo, régimen de uso y de propiedad del edificio, tipo de energía disponible...

En nuestro caso, las posibilidades elegidas que caracterizan el sistema específico se concretan en lo siguiente:

- Elección de un sistema de producción y distribución centralizado.
- Elección de un tipo de productor por acumulación.
- Elección de un sistema de distribución con retorno y sin él.

2.5.7.3. PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL ACS

2.5.7.3.1. Tipo individual

Cuando para un mismo edificio, compuesto de diferentes unidades funcionales o de propiedad, disponemos de un equipo de producción, y por tanto de distribución, para cada una de esas unidades, nos encontramos ante un sistema individual. Si por el contrario disponemos de un único sistema de producción y de distribución para todo el edificio, estamos hablando de un sistema centralizado.

Los sistemas individuales normalmente son característicos de consumos reducidos, diversidad de tipos y frecuencia de uso, dispersión de puntos de consumo, discontinuidad en el tiempo, multipropiedad..., y en general van ligados a una cierta independencia o autonomía de la unidad funcional dentro del edificio.

Así, emplearemos un sistema individual en la planta superior, a partir de un termo acumulador eléctrico de 200 litros.

En el caso de suministro y distribución de la planta baja, usaremos un sistema individual de caldera a gas y acumulador debido a que la demanda de consumo de AC es mayor.

2.5.7.3.2. Producción instantánea, por acumulación y mixta

A la hora de producir AC las opciones posibles son la producción instantánea, esto es, se calienta el agua a medida que se demanda para su consumo, o la producción por acumulación, en la que se prepara el agua caliente y se mantiene almacenada en un depósito aislado lista para su consumo cuando sea demandada.

La ventaja de la producción instantánea es que no hay que tener acumulada el agua caliente, lo que implica una disponibilidad de espacio y un coste energético determinados, se calienta el agua en la medida en que se necesita, pero ese calentamiento instantáneo implica un consumo energético puntual muy elevado, siendo los caudales máximos disponibles limitados.

Por el contrario un calentamiento por acumulación es más lento y el consumo energético es moderado, pudiéndose tener acumulada toda el agua caliente necesaria, pero mientras no haya consumo, ese agua hay que mantenerla caliente, lo implica un recalentamiento continuo de esa agua, con el consiguiente gasto energético.

Vemos que cada sistema tiene sus ventajas y limitaciones, mientras el calentamiento instantáneo no necesita acumulación, tiene un caudal máximo razonablemente limitado, y la

acumulación permite tener grandes reservas de agua caliente, pero estas ocupan mucho espacio y su continuo recalentamiento significa un gasto energético.

El uso de uno u otro sistema vendrá determinado por las características del consumo. El sistema de producción instantáneo es adecuado para usos que impliquen un consumo no excesivo pero localizado puntualmente a lo largo del día, mientras que la acumulación es característica de consumos más o menos continuos, sin una especial concentración al menos, a lo largo del día.

Un sistema mixto, combina una determinada acumulación que satisfaga los consumos continuos a lo largo del día, que no implican excesivo caudal, y un sistema de producción instantánea, sin excesiva capacidad, que abastezca, junto con la reserva acumulada, los momentos en los que se produzca un caudal punta elevado.

2.5.7.4. SISTEMA INDIVIDUAL DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ACS

Será el sistema utilizado en la planta primera del restaurante, donde en la red de agua fría hay una derivación hacia un aparato del tipo calentador acumulador eléctrico, donde se calienta el agua, obteniéndose ACS, a partir de este equipo de producción surge la red de distribución de ACS, que normalmente discurrirá paralela a la de agua fría, hasta abastecer los distintos locales húmedos y sus aparatos.

2.5.7.4.1. Calentador-acumulador de agua eléctrico

Consiste en la colocación, a partir de la red de agua fría, de un calentador que además es acumulador (deposito con paredes aisladas térmicamente). La producción de AC tiene lugar por “efecto Joule” en el propio deposito acumulador por medio de una resistencia eléctrica.

La característica fundamental de este tipo de aparatos viene dada por la capacidad de acumulación (25, 50, 100... hasta 200 litros), y en función de ella se necesitara una determinada potencia para la resistencia eléctrica (500... hasta 3.000w).

Ventajas:

- Al ser una energía limpia en su consumo, los riesgos de la instalación son mínimos, siendo únicamente necesarios unos sistemas de control de presión y temperatura, por otra parte comunes en todo este tipo de aparatos, y una válvula antirretorno.
- Su ubicación, por lo anteriormente expuesto, puede ser cualquiera, con la única condición de la existencia de un punto de desagüe y de toma de corriente eléctrica.
- Capacidad de acumulación, por lo que podrá satisfacer caudales instantáneos elevados.

Inconvenientes:

- Agotado el caudal acumulado, el calentamiento para la reposición del depósito no es instantáneo pudiendo, en función de la potencia y la capacidad, sobrepasar las 2 horas.
- El calentamiento del agua por medio de una resistencia sumergida en ella es mucho menos eficaz que circulando dentro de un serpentín expuesto bajo una llama, por lo que, aunque el costo inicial de las instalaciones por calentador a gas y calentador-acumulador eléctrico son similares, el costo energético de uso diario es bastante más elevado en este último, sin tener en cuenta el costo adicional del recalentamiento continuo del agua acumulada a medida que se enfría cuando esta no se consume.
- En aguas duras, exceso de cal, se produce una gran calcificación en el sistema de calentamiento por resistencia eléctrica, derivando en un incorrecto funcionamiento de la misma.

2.5.7.5. SISTEMA CENTRALIZADO DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AC

Será el sistema utilizado en la planta baja o principal del restaurante, donde en la red de agua fría hay una derivación hacia una caldera a gas, donde se calienta el agua, donde posteriormente se almacena en un acumulador, dicho acumulador también presenta un quemador a gas para mantener el agua a una temperatura óptima el AC. El conjunto es un sistema mixto de calentamiento instantáneo y acumulación.

2.5.7.5.1. Caldera a gas y acumulador vitrificado a gas

Consiste en la colocación, a partir de la red de agua fría, de una caldera a gas que se encarga de calentar en agua a una temperatura de entre 60-70°C y depositarla en un acumulador, el cual presenta un calentador a gas con la potencia necesaria para elevar la temperatura del agua entre 35-45°C si hay un enfriamiento de ésta, mantenemos así el agua a un rango de temperaturas constantes entre 50-60°C. El acumulador está provisto de un calderín robusto y cuerpo de caldera, con quemador y tubos verticales con deflectores.

Ventajas:

- Sistema con un buen rendimiento y razonable grado de confort.
- Coste económico tanto en instalación como en consumo satisfactorio.
- Grandes caudales instantáneos, el quipo soporta demandas elevadas de corta duración.

Inconvenientes:

- Debido al propio sistema de calentamiento, el lugar de ubicación de estos aparatos requiere de unas determinadas condiciones de ventilación imprescindibles para garantizar la seguridad (generalmente en cocinas), ya que puede resultar peligroso alguna fuga del propio gas combustible (butano, propano, ciudad o natural) así como de los gases resultado de la combustión (CO_2) o por una hipotética combustión incompleta (CO , aun más nocivo).

2.5.8. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUA

2.5.8.1. GENERALIDADES

Para dimensionar la instalación de suministro de agua (fría y ACS) nos hemos ayudado del programa CYPE 2008.a, Instalaciones en los edificios, suministro de agua.

A partir de los elementos que forman la instalación y de los valores de consumo de los mismos, con la ayuda del programa, hemos conseguido dimensionar todos los tramos a puntos de consumo aplicando la normativa vigente en lo que a suministro de agua se refiere comprendida en CTE-DB-HS en su apartado HS4 y en el RITE y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE 02,03,09 y 10 (para AC).

2.5.8.2. FONTANERÍA

El objetivo fundamental en el diseño de una red de fontanería es hacer llegar el agua a cada punto de consumo en un edificio. El problema puede abordarse desde dos puntos de vista diferentes:

- 1) **Diseño:** Suele ser el caso más habitual, en el que a partir de una serie de datos de consumo y distribución de los mismos, se desea obtener los diámetros adecuados de las conducciones de agua.
- 2) **Comprobación:** A partir de una red ya diseñada, se desea conocer si cumple con las limitaciones de diseño impuestas o consideradas a juicio del técnico.

Tanto si se desea diseñar como si lo que se quiere es comprobar, es necesario tener en cuenta las siguientes pautas:

- 1) **Las condiciones de llegada del agua a los puntos de consumo:** Es necesario respetar una serie de condicionantes, como presiones en los consumos y velocidad del agua en las tuberías.
- 2) **Facilidad de construcción:** La utilización de materiales, diámetros y otros elementos fácilmente disponibles en el mercado, que se ajusten a las normas tanto en dimensiones como en comportamiento.

- 3) **Mantenimiento:** Es fundamental conseguir un buen funcionamiento de la red para evitar un excesivo y costoso mantenimiento correctivo, facilitando el mantenimiento preventivo.
- 4) **Economía:** No sirve tan sólo con hacer que la red funcione. Ésta debe comportar, además, un coste razonable evitando en lo posible sobredimensionar.

Una vez recogidos todos los datos necesarios, se efectúa el cálculo con respecto a la formulación adecuada en cada caso.

2.5.8.3. DATOS PREVIOS

2.5.8.3.1. Condiciones del suministro

El cálculo de una red se puede efectuar de dos modos:

- A partir de una presión de acometida dada, que debe ser introducida por el usuario.
- Permitiendo que el programa dé como resultado la presión necesaria en acometida que garantice el correcto funcionamiento de la red.

2.5.8.3.2. Simultaneidad en los consumos

El cálculo hidráulico de la red de fontanería se puede realizar acumulando los caudales brutos definidos en los consumos, o bien aplicando coeficientes de simultaneidad.

Para el cálculo de los caudales se aplican dos tipos de formulación:

- 1) Para los aparatos dentro de un edificio, el coeficiente de simultaneidad es el siguiente:

$$K_s = \frac{1}{(n-1)^{1/2}} \quad \text{Expresión 2.5.3.}$$

Donde:

N: puntos de consumo de la instalación

Este coeficiente puede multiplicarse por otro (valor de corrección) que se define en los Datos generales del menú Obra dentro del programa.

- 2) El coeficiente de simultaneidad del conjunto de viviendas se define como:

$$K_n = \frac{(19+n)}{(10 \cdot n + 10)} \quad \text{Expresión 2.5.4.}$$

2.5.8.3.3. Biblioteca de consumos

La biblioteca de consumos predefinidos es la proporcionada por el CTE-DB-HS4. Los consumos por defecto son los mostrados en la tabla 2.5.1.

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Tabla 2.5.1. Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato.

2.5.8.3.4. Velocidad en las conducciones

Una de las principales limitaciones a la hora de dimensionar una red de fontanería en un edificio es la velocidad del fluido en los mismos.

Se pueden editar los límites de velocidad que utilizará el programa para realizar comprobaciones y dimensionar. Se utilizan los valores establecidos por la normativa DB-HS4, donde el mínimo es 0.5 m/s, y el máximo 2 m/s.

2.5.8.3.5. Presiones en los consumos

Cuando se diseña una red de fontanería, es necesario asegurar en los consumos una presión disponible mínima.

También se debe limitar el valor máximo de la misma, ya que el exceso de presión podría provocar roturas en las conducciones.

El rango normal de presiones disponibles en nudos de consumo en un edificio oscila entre los 10 y los 50 m.c.a, aunque estos valores pueden venir determinados en gran medida por las necesidades de cada tipo de consumo.

Un exceso en las presiones en la red puede ocasionar fugas, debiéndose instalar válvulas reductoras en las acometidas de los consumos.

2.5.8.4. CONDUCCIONES

El funcionamiento de una red de fontanería en un edificio depende en gran medida del tipo y tamaño de las conducciones empleadas.

2.5.8.4.1. Materiales

Determinan la rugosidad superficial del tubo con la que se va a encontrar el agua. Una mayor rugosidad del material implica mayores pérdidas en el tramo. Se suele expresar en milímetros.

Para las conducciones del suministro de agua hemos elegido tuberías de PVC, con una rugosidad absoluta de 0,03mm.

2.5.8.4.2. Diámetros

El tratamiento de los materiales se realiza a través del uso de bibliotecas, de donde se obtienen los materiales a emplear. Cada material aporta su característica de rugosidad absoluta junto con una serie de diámetros. Estas bibliotecas son definibles por el usuario, que puede modificar los coeficientes de rugosidad, así como quitar o añadir diámetros a la serie.

Diámetros mayores proporcionan pérdidas de carga menores en las conducciones y válvulas, y disminuyen la velocidad de circulación, pero encarecen el coste de la red, con el riesgo añadido de tener velocidades excesivamente bajas o presiones demasiado altas en los nudos.

2.5.8.4.3. Consideración de elementos especiales

Debido a necesidades constructivas o de control, las redes de fontanería en edificios requieren del uso de elementos especiales diferentes a las tuberías, como pueden ser válvulas (en sus diferentes variantes), contadores, termo acumuladores, grupos de bombeo, etc.

Estos elementos serán clasificados en tres grupos:

- En el grupo de pérdida de carga: se encuentran todos los elementos que provocan una pérdida de presión al circular caudal. Esta pérdida de carga se puede introducir directamente en m.c.a. (metros de columna de agua) o proporcionalmente al caudal, con la constante 'K' que aparece en las hojas de características técnicas de válvulas y demás elementos.

- Las bombas producen un aumento en la altura piezométrica del agua en la conducción, en función del caudal que circula. A pesar de que no sea un dato rigurosamente exacto, al definir una bomba se introducirá su ganancia de presión en m.c.a. y su rendimiento eléctrico.

De esta forma el programa proporciona la potencia eléctrica en kW de la bomba en cuestión, que será un dato importante a tener en cuenta a la hora de seleccionar un modelo comercial concreto.

- Para las redes de retorno de agua caliente, el programa da como resultado la potencia eléctrica mínima necesaria para bombear el agua caliente a través del circuito de recirculación, teniendo en cuenta los desniveles de altura y la pérdida de carga en las conducciones.

En una red real existen otros elementos, como por ejemplo codos y reducciones. En algunos casos, las pérdidas de carga sufridas en estos elementos son importantes en el cálculo.

2.5.8.5. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN

Una vez obtenidos los datos de partida, se procede al cálculo de la red, de acuerdo con los tipos de conducciones, diámetros, elementos intercalados, caudales demandados y presiones de suministro. Para ello se emplea la formulación que se detalla a continuación.

2.5.8.5.1. Formulación tuberías

Para resolver los segmentos de la red se calculan las caídas de altura piezométrica, entre dos nudos conectados por un tramo, con la fórmula de Darcy-Weisbach:

$$h_p = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} \quad \text{Expresión 2.5.5.}$$

Siendo:

h_p : Pérdida de carga (m.c.a.).

f : factor de fricción.

L : Longitud resistente de la conducción (m).

Q : Caudal que circula por la conducción (m³/s).

g : Aceleración de la gravedad (m/s²).

D : Diámetro interior de la conducción (m).

El factor de fricción f es función de:

- **El número de Reynolds (Re):**

Representa la relación entre las fuerzas de inercia y las fuerzas viscosas en la tubería. Cuando las fuerzas viscosas son predominantes (Re con valores bajos), el fluido discurre de forma laminar por la tubería. Cuando las fuerzas de inercia predominan sobre las viscosas (Re grande), el fluido deja de moverse de una forma ordenada (laminar) y pasa a régimen turbulento, cuyo estudio en forma exacta es prácticamente imposible. Cuando el régimen es laminar, la importancia de la rugosidad es menor, respecto a las pérdidas debidas al propio comportamiento viscoso del fluido, que cuando es régimen turbulento, donde, por el contrario, la influencia de la rugosidad se hace más patente.

- **La rugosidad relativa (e/D):**

Traduce matemáticamente las imperfecciones del tubo.

En el caso del agua, los valores de transición entre los regímenes laminar y turbulento para el número de Reynolds se encuentran en la franja de 2000 a 4000, calculándose como:

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu} \quad \text{Expresión 2.5.6.}$$

Siendo:

V : La velocidad del fluido en la conducción (m/s).

D : El diámetro interior de la conducción (m).

ν : La viscosidad cinemática del fluido (m^2/s).

En edificios no se permite el flujo laminar en las conducciones, y para el cálculo en régimen turbulento del factor de fricción se utilizará la siguiente fórmula:

- **Colebrook-White**

Mediante un cálculo iterativo, da un resultado exacto del factor de fricción.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \cdot \left(\frac{\varepsilon}{3,7 \cdot D} + \frac{2,51}{Re \cdot \sqrt{f}} \right) \quad \text{Expresión 2.5.7.}$$

Siendo:

f : Factor de fricción.

ε : Rugosidad absoluta del material (m)

D : Diámetro interior de la conducción (m).

Re : Número de Reynolds.

2.5.8.5.2. Cálculo de las redes de retorno de agua

Cuando se instalan redes de agua caliente es usual que el agua que se encuentra en las tuberías llegue a enfriarse, por lo que al poner en funcionamiento un aparato de agua caliente se descargará el agua fría de la tubería durante un tiempo, hasta que llega el agua caliente al punto de consumo.

Esta situación es la que se pretende solucionar con las redes de retorno de agua caliente.

Se consigue que exista una recirculación de agua caliente por la red, de forma que cuando se ponga en funcionamiento un aparato de agua caliente llegue el agua a la temperatura adecuada instantáneamente.

Se calcula un caudal mínimo de recirculación que garantice una pérdida de temperatura determinada, desde el aparato calentador hasta el consumo de la misma.

$$E_p = Q \cdot (T_e - T_s) \quad \text{Expresión 2.5.8.}$$

Siendo:

E_p : Calor disipado.

Q : Caudal en el tramo

T_e y T_s : Temperaturas de entrada y salida en un determinado tramo.

El cálculo calorífico efectuado considera las pérdidas de calor en el circuito de agua caliente y la existencia o no de aislante en dichas conducciones.

La formulación utilizada para el cálculo con material aislante es la siguiente:

$$E_p = \frac{\pi \cdot D \cdot \Delta T}{\frac{l}{h_i} + \frac{D}{2 \cdot \lambda} \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot e + D}{D}\right) + \left(\frac{D}{h_e \cdot (2 \cdot e + D)}\right)} \quad \text{Expresión 2.5.9.}$$

Siendo:

E_p : Calor disipado.

ΔT : Diferencia de temperatura entre agua caliente y ambiente.

D : Diámetro interior de la conducción.

h_e : Coeficiente convección exterior.

h_i : Coeficiente convección interior.

e : Espesor del aislante.

λ : Conductividad térmica del aislante.

2.5.8.6. CÁLCULO DE LA PREVISIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA

2.5.8.6.1. Caudales de cálculo

Para determinar el caudal de cálculo de un determinado tramo de la instalación de ACS se sumaran en primer lugar los caudales instalados de los distintos aparatos a los que de servicio ese tramo de la instalación.

$$Q_i = \sum q_i \quad \text{Expresión 2.5.10.}$$

Posteriormente se aplicara un coeficiente de simultaneidad función del número de aparatos (α), que, multiplicando por el Q_i , nos determinara el caudal de cálculo.

$$Q_c = \alpha \cdot Q_i \quad \text{Expresión 2.5.11.}$$

Por último mayoraremos en un 10% ese Q_c , si procediera en previsión del caudal de retorno, para obtener el caudal de cálculo definitivo. Este caudal de cálculo es en definitiva el caudal instantáneo que el equipo debe producir para dar respuesta a la demanda de ACS.

$$Q_c = 1,1 \cdot Q_c \quad \text{Expresión 2.5.12.}$$

2.5.8.6.2. Producción por acumulación

Para el volumen del acumulador tomaremos lo explicado en el punto referente al, cálculo de la demanda de ACS, donde el volumen de la reserva de ACS a acumular se expresa de la siguiente forma:

$$V_{\text{acum.}} = \text{Dot.} \cdot N_{\text{pers.}} \cdot F_{\text{uso}} \quad \text{Expresión 2.5.13.}$$

Donde:

$V_{\text{acum.}}$: Volumen de ACS a acumular en litros (l).

Dot. : Dotación estimada en litros de ACS por persona y día en función del uso del edificio (l/pd).

$N_{\text{pers.}}$: Numero de personas que se estima que usan la instalación de ACS (p).

F_{uso} : Factor expresado en fracción de día que recoge el régimen de uso de la instalación (d).

El restaurante dispondrá de dos turnos de preparación de alimentos, uno a mediodía (comida) y otro a la noche (cena). Por otro lado, conociendo la demanda de ACS a 60°C en restaurantes, que según la norma UNE 94002:2005 es de 5-10 l/d por comida. Finalmente podemos aplicar las ecuaciones 2.5.3 (coeficiente simultaneidad) y 2.5.13 (volumen del acumulador), y calcular el volumen del acumulador (ver tabla 2.5.4)

ANEXOS

	Puntos de consumo	Coefficiente simultaneidad	Consumo agua l/d por persona	Personas por turno	Volumen acumulador
Planta baja	11	0,32	7	200	442,72
Planta primera	7	0,41	5	100	204,12

Tabla 2.5.6. Volumen del acumulador.

En la planta baja hemos elegido 200 personas por turno debido a que en ella se preparará toda la comida de los comensales. A parte, hemos escogido un valor medio de 7 litros/día por persona.

En la primera planta hemos elegido el total de personas de su capacidad, así como, se ha elegido un consumo de agua bajo de 5 litros/día por persona, debido a que el consumo de agua caliente solo se efectuará en los lavabos y no en la preparación de comida.

Se elegirá un acumulador de 400 litros de capacidad para la planta baja, que dispondrá de 3 horas de recuperación entre los diferentes turnos. Elegimos una capacidad ligeramente inferior debido a que la preparación de parte de la comida se efectuará con previsión y antelación a la llegada del cliente durante los 2 turnos de servicio.

Se elegirá un termo acumulador de 200 litros para la primera planta, con un periodo de recuperación de 2 horas.

La potencia de la caldera es fundamentalmente directamente proporcional al volumen del acumulador y al salto térmico que haya que aplicarse, esto es, la diferencia de temperatura entre el agua de la red de AF y la de acumulación del ACS, sin embargo es inversamente proporcional al tiempo de preparación que dispongamos para aplicar este salto térmico y al rendimiento de la caldera. Analíticamente:

$$P_{cal} = \frac{V_{acum} \cdot \Delta T}{t_p \cdot \rho} \quad \text{Expresión 2.5.14.}$$

Donde:

P_{cal} : Potencia de la caldera en Kcal/h. (1Kcal/h=1,16w).

V_{acum} : Volumen de ACS a acumular en litros (l).

ΔT : Incremento de temperatura a aplicar en °C; es decir, la diferencia entre la temperatura de acumulación del ACS y la temperatura a la que llega en agua fría. La T^a de acumulación se fija en 60°C, y la del AF es variable según las condiciones, pero suele ser de unos 10°C, con lo que $\Delta T^a \geq 50^\circ\text{C}$.

t_p : Tiempo mínimo en horas (h) que estimemos necesario para la preparación del agua caliente.

Conociendo el volumen del acumulador y aplicando la expresión 2.5.14, encontramos la potencia de la caldera a gas.

	Volumen acumulador (l)	Incremento temperatura (°C)	Tiempo recuperación (h)	Rendimiento caldera	Potencia caldera (kcal/h)
Planta baja	400	55	1	0,9	24444,44

Tabla 2.5.7. Potencia de la caldera.

Elegiremos una caldera instantánea a gas con una potencia superior a 24.444,44 kcal/h, es decir, de 28,43 kW. La caldera será de tipo instantáneo para agua caliente, debido a que si hay un consumo puntual elevado pueda suministrar de forma rápida ACS a una temperatura de 60°C al acumulador, y de éste a los puntos de consumo. Evitando así un llenado del acumulador y su posterior calentamiento, perdiendo tiempo y energía.

2.5.9. RESULTADOS OBTENIDOS DEL CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN

2.5.9.1. DATOS GENERALES DE LA OBRA

Caudal acumulado con simultaneidad.
 Presión de suministro en acometida: 25.0 m.c.a.
 Velocidad mínima: 0.5 m/s.
 Velocidad máxima: 2.0 m/s.
 Velocidad óptima: 1.0 m/s.
 Coeficiente de pérdida de carga: 1.2
 Presión mínima en puntos de consumo: 10.0 m.c.a.
 Presión máxima en puntos de consumo: 50.0 m.c.a.
 Viscosidad de agua fría: 1.01×10^{-6} m²/s.
 Viscosidad de agua caliente: 0.478×10^{-6} m²/s.
 Factor de fricción: Colebrook-White.
 Pérdida de temperatura admisible en red de agua caliente: 5 °C.

2.5.9.2. BIBLIOTECA MATERIALES DE LA INSTALACIÓN

2.5.9.2.1. Tubos de abastecimiento

Serie: PVC 6	
Descripción: Tubo de policloruro de vinilo - 6Kg/cm ²	
Rugosidad absoluta: 0.0300 mm	
Referencias	Diámetro interno
Ø15	11.8
Ø20	16.8
Ø25	21.8
Ø32	28.8
Ø40	36.2

ANEXOS

Ø50	45.2
Ø63	57.0
Ø75	67.8

2.5.9.2.2. Aislantes en las tuberías de agua caliente

Serie: AISL1 Descripción: Coquilla de espuma de polietileno Conductividad: 0.03 kcal/h m°C	
Referencias	Espesor interno
10 mm	10.0
20 mm	20.0
30 mm	30.0
40 mm	40.0

2.5.9.2.3. Montantes

Referencia	Planta	Descripción	Resultados	Comprobación
V1	Planta 1 - Cubierta	PVC 6-Ø25	Caudal: 0.40 l/s Velocidad: 1.07 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
	Planta baja - Planta 1	PVC 6-Ø32	Caudal: 0.56 l/s Caudal bruto: 2.15 l/s Velocidad: 0.85 m/s Pérdida presión: 0.28 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

2.5.9.3. RESULTADOS POR TRAMO DE TUBERÍA

2.5.9.3.1. Planta cubierta

CUBIERTA			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N1 -> A1	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.40 m	Caudal: 0.40 l/s Velocidad: 1.07 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N1 -> A1	PVC 6-PVC 6 Longitud: 25.80 m	Caudal: 0.40 l/s Velocidad: 1.07 m/s Pérdida presión: 2.32 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

2.5.9.3.2. Planta primera

PLANTA PRIMERA

ANEXOS

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N6 -> A1	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.05 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.00 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N25 -> A1	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.15 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N7 -> A2	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.05 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N5 -> A2	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.15 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N24 -> A3	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.10 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N23 -> A3	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N8 -> A4	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.15 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N19 -> A4	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.05 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N9 -> A5	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.15 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N20 -> A5	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.05 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N10 -> A6	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N21 -> A6	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.10 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N11 -> A7	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N22 -> A7	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.10 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N14 -> A8	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.15 m	Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 0.68 m/s	Se cumplen todas las comprobaciones

ANEXOS

		Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	
N15 -> A9	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.15 m	Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 0.68 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N18 -> A10	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.15 m	Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 0.68 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N16 -> A11	PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.20 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.18 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N16 -> A12	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.05 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N17 -> A13	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.05 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N12 -> A14	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.15 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N13 -> A15	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.15 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N3 -> N17	PVC 6-PVC 6 Longitud: 3.65 m	Caudal: 0.21 l/s Caudal bruto: 0.30 l/s Velocidad: 0.96 m/s Pérdida presión: 0.37 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N4 -> N25	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.45 m	Caudal: 0.33 l/s Caudal bruto: 0.80 l/s Velocidad: 0.88 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N6 -> N24	PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.50 m	Caudal: 0.43 l/s Caudal bruto: 1.55 l/s Velocidad: 1.15 m/s Pérdida presión: 0.15 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N7 -> N18	PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.35 m	Caudal: 0.41 l/s Caudal bruto: 1.35 l/s Velocidad: 1.09 m/s Pérdida presión: 0.13 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N8 -> N9	PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.00 m	Caudal: 0.30 l/s Caudal bruto: 0.80 l/s Velocidad: 0.81 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N9 -> N10	PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.95 m	Caudal: 0.29 l/s Caudal bruto: 0.70 l/s Velocidad: 0.77 m/s Pérdida presión: 0.10 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

ANEXOS

N10 -> N12	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.10 m	Caudal: 0.27 l/s Caudal bruto: 0.60 l/s Velocidad: 1.21 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N11 -> N13	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.10 m	Caudal: 0.23 l/s Caudal bruto: 0.40 l/s Velocidad: 1.04 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N12 -> N11	PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.00 m	Caudal: 0.25 l/s Caudal bruto: 0.50 l/s Velocidad: 1.13 m/s Pérdida presión: 0.14 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N13 -> N3	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.45 m	Caudal: 0.21 l/s Caudal bruto: 0.30 l/s Velocidad: 0.96 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N17 -> N16	PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.10 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.10 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N14 -> N8	PVC 6-PVC 6 Longitud: 3.00 m	Caudal: 0.32 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidad: 0.85 m/s Pérdida presión: 0.18 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N15 -> N14	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.70 m	Caudal: 0.35 l/s Caudal bruto: 1.05 l/s Velocidad: 0.94 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N18 -> N15	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.70 m	Caudal: 0.38 l/s Caudal bruto: 1.20 l/s Velocidad: 1.02 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N19 -> N20	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.00 m	Caudal: 0.21 l/s Caudal bruto: 0.30 l/s Velocidad: 0.96 m/s Pérdida presión: 0.09 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N20 -> N21	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 2.35 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.19 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N21 -> N22	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.10 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.14 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N5 -> N19	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 5.35 m	Caudal: 0.23 l/s Caudal bruto: 0.40 l/s Velocidad: 1.04 m/s Pérdida presión: 0.57 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N23 -> N5	Agua caliente, PVC 6-PVC 6	Caudal: 0.25 l/s	Se cumplen todas las comprobaciones

ANEXOS

	Longitud: 1.65 m	Caudal bruto: 0.50 l/s Velocidad: 1.13 m/s Pérdida presión: 0.20 m.c.a.	comprobaciones
N24 -> N7	PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.65 m	Caudal: 0.42 l/s Caudal bruto: 1.45 l/s Velocidad: 1.12 m/s Pérdida presión: 0.16 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N25 -> N23	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.50 m	Caudal: 0.27 l/s Caudal bruto: 0.60 l/s Velocidad: 1.21 m/s Pérdida presión: 0.21 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N2 -> N6	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.80 m	Caudal: 0.47 l/s Caudal bruto: 1.75 l/s Velocidad: 1.25 m/s Pérdida presión: 0.10 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N2 -> N4	PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.35 m	Caudal: 0.33 l/s Caudal bruto: 0.80 l/s Velocidad: 0.88 m/s Pérdida presión: 0.08 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N2 -> N4	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.25 m	Caudal: 0.33 l/s Caudal bruto: 0.80 l/s Velocidad: 0.88 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N2 -> N4	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.25 m	Caudal: 0.33 l/s Caudal bruto: 0.80 l/s Velocidad: 0.88 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N2 -> N4	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.10 m	Caudal: 0.33 l/s Caudal bruto: 0.80 l/s Velocidad: 0.88 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N1 -> N2	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.85 m	Caudal: 0.47 l/s Caudal bruto: 1.75 l/s Velocidad: 1.25 m/s Pérdida presión: 0.10 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

2.5.9.3.3. Planta baja o principal

PLANTA BAJA			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N47 -> A5	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.10 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N42 -> A5	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

ANEXOS

N8 -> A1	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.15 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N6 -> A1	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.05 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N23 -> A6	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.15 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N22 -> A6	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.05 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.00 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N11 -> A7	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.60 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.13 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N16 -> A10	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.15 m	Caudal: 0.30 l/s Velocidad: 0.80 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N2 -> A10	PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.05 m	Caudal: 0.30 l/s Velocidad: 0.80 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N32 -> A11	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.10 m	Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 0.68 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N34 -> A12	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.10 m	Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 0.68 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N35 -> A13	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.10 m	Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 0.68 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N33 -> A14	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.50 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N40 -> A15	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.25 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N43 -> A16	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.25 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N45 -> A17	PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.25 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.18 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N45 -> A18	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.10 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

ANEXOS

N46 -> A19	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.10 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N4 -> A20	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.15 m	Caudal: 0.25 l/s Velocidad: 1.13 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N2 -> A21	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.30 m	Caudal: 0.25 l/s Velocidad: 1.13 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N17 -> A22	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.15 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N26 -> N7	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.30 m	Caudal: 0.72 l/s Caudal bruto: 2.60 l/s Velocidad: 1.11 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N26 -> N7	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.85 m	Caudal: 0.72 l/s Caudal bruto: 2.60 l/s Velocidad: 1.11 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N9 -> N29	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.15 m	Caudal: 0.25 l/s Caudal bruto: 0.50 l/s Velocidad: 1.13 m/s Pérdida presión: 0.14 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N4 -> N10	PVC 6-PVC 6 Longitud: 2.30 m	Caudal: 0.63 l/s Caudal bruto: 2.10 l/s Velocidad: 0.97 m/s Pérdida presión: 0.12 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N10 -> N15	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.75 m	Caudal: 0.49 l/s Caudal bruto: 0.70 l/s Velocidad: 0.76 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N12 -> N9	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 2.80 m	Caudal: 0.49 l/s Caudal bruto: 1.20 l/s Velocidad: 0.76 m/s Pérdida presión: 0.08 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N21 -> N12	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 3.45 m	Caudal: 0.57 l/s Caudal bruto: 1.70 l/s Velocidad: 0.87 m/s Pérdida presión: 0.13 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N7 -> N14	PVC 6-PVC 6 Longitud: 3.30 m	Caudal: 0.55 l/s Caudal bruto: 0.95 l/s Velocidad: 0.84 m/s Pérdida presión: 0.14 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N14 -> N2	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.30 m	Caudal: 0.55 l/s Velocidad: 0.84 m/s	Se cumplen todas las comprobaciones

ANEXOS

		Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	
N9 -> N16	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 3.30 m	Caudal: 0.49 l/s Caudal bruto: 0.70 l/s Velocidad: 0.76 m/s Pérdida presión: 0.10 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N16 -> N22	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 6.05 m	Caudal: 0.40 l/s Velocidad: 1.07 m/s Pérdida presión: 0.49 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N14 -> N23	PVC 6-PVC 6 Longitud: 5.75 m	Caudal: 0.40 l/s Velocidad: 1.07 m/s Pérdida presión: 0.52 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N13 -> A23	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.30 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N23 -> A23	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.55 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N7 -> N4	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.50 m	Caudal: 0.68 l/s Caudal bruto: 2.35 l/s Velocidad: 1.04 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N17 -> A7	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.65 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N30 -> N6	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.80 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.24 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N28 -> N8	PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.70 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.25 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N31 -> N36	PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.40 m	Caudal: 0.32 l/s Caudal bruto: 0.90 l/s Velocidad: 0.85 m/s Pérdida presión: 0.08 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N31 -> N32	PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.35 m	Caudal: 0.32 l/s Caudal bruto: 0.55 l/s Velocidad: 0.85 m/s Pérdida presión: 0.08 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N32 -> N34	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.70 m	Caudal: 0.28 l/s Caudal bruto: 0.40 l/s Velocidad: 0.76 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N34 -> N35	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.70 m	Caudal: 0.25 l/s Velocidad: 1.13 m/s Pérdida presión: 0.10 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N35 ->	PVC 6-PVC 6	Caudal: 0.10 l/s	Se cumplen todas

ANEXOS

N33	Longitud: 0.40 m	Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a.	las comprobaciones
N36 -> N39	PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.00 m	Caudal: 0.30 l/s Caudal bruto: 0.80 l/s Velocidad: 0.81 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N37 -> N38	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.00 m	Caudal: 0.21 l/s Caudal bruto: 0.30 l/s Velocidad: 0.96 m/s Pérdida presión: 0.09 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N38 -> N19	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 2.05 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.17 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N39 -> N40	PVC 6-PVC 6 Longitud: 2.35 m	Caudal: 0.29 l/s Caudal bruto: 0.70 l/s Velocidad: 0.77 m/s Pérdida presión: 0.11 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N40 -> N41	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.10 m	Caudal: 0.27 l/s Caudal bruto: 0.60 l/s Velocidad: 1.21 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N41 -> N43	PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.00 m	Caudal: 0.25 l/s Caudal bruto: 0.50 l/s Velocidad: 1.13 m/s Pérdida presión: 0.14 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N42 -> N46	PVC 6-PVC 6 Longitud: 4.00 m	Caudal: 0.21 l/s Caudal bruto: 0.30 l/s Velocidad: 0.96 m/s Pérdida presión: 0.41 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N43 -> N42	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.10 m	Caudal: 0.23 l/s Caudal bruto: 0.40 l/s Velocidad: 1.04 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N46 -> N45	PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.10 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.10 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N19 -> N47	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.10 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.14 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N47 -> N18	Retorno de agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 10.55 m	Caudal: 0.01 l/s Velocidad: 0.07 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N15 -> A24	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.25 m	Caudal: 0.30 l/s Velocidad: 0.80 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N11 ->	Agua caliente, PVC 6-PVC 6	Caudal: 0.30 l/s	Se cumplen todas

ANEXOS

A24	Longitud: 0.15 m	Velocidad: 0.80 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	las comprobaciones
N12 -> N11	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.65 m	Caudal: 0.50 l/s Velocidad: 0.77 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N15 -> N17	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.85 m	Caudal: 0.40 l/s Velocidad: 1.07 m/s Pérdida presión: 0.08 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N5 -> N26	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.35 m	Caudal: 0.78 l/s Caudal bruto: 3.65 l/s Velocidad: 1.19 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N26 -> N28	PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.60 m	Caudal: 0.43 l/s Caudal bruto: 1.55 l/s Velocidad: 1.15 m/s Pérdida presión: 0.16 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N26 -> N28	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.43 l/s Caudal bruto: 1.55 l/s Velocidad: 1.15 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N28 -> N31	PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.60 m	Caudal: 0.42 l/s Caudal bruto: 1.45 l/s Velocidad: 1.12 m/s Pérdida presión: 0.16 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N29 -> N30	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.50 m	Caudal: 0.25 l/s Caudal bruto: 0.50 l/s Velocidad: 1.13 m/s Pérdida presión: 0.19 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N29 -> N30	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.30 m	Caudal: 0.25 l/s Caudal bruto: 0.50 l/s Velocidad: 1.13 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N30 -> N37	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 3.10 m	Caudal: 0.23 l/s Caudal bruto: 0.40 l/s Velocidad: 1.04 m/s Pérdida presión: 0.33 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N3 -> N5	PVC 6-PVC 6 Longitud: 2.15 m	Caudal: 0.94 l/s Caudal bruto: 5.80 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.08 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N3 -> N5	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.40 m	Caudal: 0.94 l/s Caudal bruto: 5.80 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N3 -> N5	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.94 l/s Caudal bruto: 5.80 l/s	Se cumplen todas las comprobaciones

ANEXOS

		Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	
N3 -> N5	PVC 6-PVC 6 Longitud: 9.75 m	Caudal: 0.94 l/s Caudal bruto: 5.80 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.35 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N3 -> N5	PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.50 m	Caudal: 0.94 l/s Caudal bruto: 5.80 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N3 -> N5	PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.70 m	Caudal: 0.94 l/s Caudal bruto: 5.80 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N5 -> N1	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.10 m	Caudal: 0.56 l/s Caudal bruto: 2.15 l/s Velocidad: 0.85 m/s Pérdida presión: 0.00 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N5 -> N1	PVC 6-PVC 6 Longitud: 5.10 m	Caudal: 0.56 l/s Caudal bruto: 2.15 l/s Velocidad: 0.85 m/s Pérdida presión: 0.21 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N10 -> N20	PVC 6-PVC 6 Longitud: 2.40 m	Caudal: 0.60 l/s Caudal bruto: 1.90 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.12 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N20 -> N24	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.65 m	Caudal: 0.60 l/s Caudal bruto: 1.90 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N20 -> N24	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.25 m	Caudal: 0.60 l/s Caudal bruto: 1.90 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N20 -> N24	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.25 m	Caudal: 0.60 l/s Caudal bruto: 1.90 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N20 -> N24	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.35 m	Caudal: 0.60 l/s Caudal bruto: 1.90 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N20 -> A9	PVC 6-PVC 6 Longitud: 3.50 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.32 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N21 -> A9	Agua caliente, PVC 6-PVC 6	Caudal: 0.20 l/s	Se cumplen todas

ANEXOS

	Longitud: 2.45 m	Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.20 m.c.a.	las comprobaciones
N22 -> N13	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.35 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N13 -> N18	Retorno de agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 10.15 m	Caudal: 0.01 l/s Velocidad: 0.07 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N18 -> N24	Retorno de agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 7.35 m	Caudal: 0.02 l/s Velocidad: 0.14 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N18 -> N24	Retorno de agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.40 m	Caudal: 0.02 l/s Velocidad: 0.14 m/s Pérdida presión: 0.00 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N24 -> N21	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.10 m	Caudal: 0.60 l/s Caudal bruto: 1.90 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.00 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N24 -> N21	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.60 l/s Caudal bruto: 1.90 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N24 -> N21	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.60 l/s Caudal bruto: 1.90 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N24 -> N21	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.15 m	Caudal: 0.60 l/s Caudal bruto: 1.90 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N37 -> A2	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.10 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N36 -> A2	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N38 -> A3	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.10 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N39 -> A3	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N19 -> A4	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.10 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N41 -> A4	PVC 6-PVC 6	Caudal: 0.10 l/s	Se cumplen todas

ANEXOS

	Longitud: 0.20 m	Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	las comprobaciones
--	------------------	-----------------------------------------------------	--------------------

2.5.9.4. RESULTADOS EN NUDOS (PUNTOS DE SUMINISTRO, CODOS Y DERIVACIONES EN T)

2.5.9.4.1. Planta cubierta

CUBIERTA			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N1		Presión: 35.17 m.c.a.	
A1	PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.00 m Consumo genérico (agua fría): Gf	Presión: 32.56 m.c.a. Caudal: 0.40 l/s Velocidad: 1.07 m/s Pérdida presión: 0.09 m.c.a. Presión: 31.47 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

2.5.9.4.2. Planta primera

PLANTA PRIMERA			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A1	Con desnivel: 2.70 m PVC 6-PVC 6 Longitud: 2.20 m Fregadero de cocina: Fr	Presión: 35.29 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.20 m.c.a. Presión: 37.29 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A1	Con desnivel: 2.70 m Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 2.20 m Fregadero de cocina: Fr	Presión: 32.18 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.18 m.c.a. Presión: 34.20 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A2	Con desnivel: 2.70 m PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.70 m Lavabo: Lv	Presión: 34.97 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.25 m.c.a. Presión: 36.42 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A2	Con desnivel: 2.70 m Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.70 m Lavabo: Lv	Presión: 31.76 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.22 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

ANEXOS

		Presión: 33.24 m.c.a.	
A3	Con desnivel: 2.70 m PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.70 m Lavabo: Lv	Presión: 35.13 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.25 m.c.a. Presión: 36.58 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A3	Con desnivel: 2.70 m Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.70 m Lavabo: Lv	Presión: 31.96 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.22 m.c.a. Presión: 33.43 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A4	Con desnivel: 2.70 m PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.70 m Lavabo: Lv	Presión: 34.55 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.25 m.c.a. Presión: 36.00 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A4	Con desnivel: 2.70 m Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.70 m Lavabo: Lv	Presión: 31.20 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.22 m.c.a. Presión: 32.68 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A5	Con desnivel: 2.70 m PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.70 m Lavabo: Lv	Presión: 34.50 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.25 m.c.a. Presión: 35.94 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A5	Con desnivel: 2.70 m Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.70 m Lavabo: Lv	Presión: 31.11 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.22 m.c.a. Presión: 32.59 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A6	Con desnivel: 2.70 m PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.70 m Lavabo: Lv	Presión: 34.39 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.25 m.c.a. Presión: 35.84 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A6	Con desnivel: 2.70 m Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.70 m Lavabo: Lv	Presión: 30.91 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.22 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

ANEXOS

		Presión: 32.39 m.c.a.	
A7	Con desnivel: 2.70 m PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.70 m Lavabo: Lv	Presión: 34.24 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.25 m.c.a. Presión: 35.69 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A7	Con desnivel: 2.70 m Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.70 m Lavabo: Lv	Presión: 30.77 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.22 m.c.a. Presión: 32.25 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A8	Con desnivel: 2.70 m PVC 6-PVC 6 Longitud: 2.20 m Urinario con grifo temporizado: Ugt	Presión: 34.74 m.c.a. Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 0.68 m/s Pérdida presión: 0.12 m.c.a. Presión: 36.82 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A9	Con desnivel: 2.70 m PVC 6-PVC 6 Longitud: 2.20 m Urinario con grifo temporizado: Ugt	Presión: 34.79 m.c.a. Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 0.68 m/s Pérdida presión: 0.12 m.c.a. Presión: 36.87 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A10	Con desnivel: 2.70 m PVC 6-PVC 6 Longitud: 2.20 m Urinario con grifo temporizado: Ugt	Presión: 34.85 m.c.a. Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 0.68 m/s Pérdida presión: 0.12 m.c.a. Presión: 36.93 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A11	Con desnivel: 2.70 m PVC 6-PVC 6 Longitud: 2.20 m Inodoro con cisterna: Sd	Presión: 33.56 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.33 m.c.a. Presión: 35.44 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A12	Con desnivel: 2.70 m PVC 6-PVC 6 Longitud: 2.20 m Inodoro con cisterna: Sd	Presión: 33.73 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.33 m.c.a. Presión: 35.61 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A13	Con desnivel: 2.70 m PVC 6-PVC 6 Longitud: 2.20 m Inodoro con cisterna: Sd	Presión: 33.83 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.33 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

ANEXOS

		Presión: 35.71 m.c.a.	
A14	Con desnivel: 2.70 m PVC 6-PVC 6 Longitud: 2.20 m Inodoro con cisterna: Sd	Presión: 34.38 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.33 m.c.a. Presión: 36.26 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A15	Con desnivel: 2.70 m PVC 6-PVC 6 Longitud: 2.20 m Inodoro con cisterna: Sd	Presión: 34.24 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.33 m.c.a. Presión: 36.11 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N3	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 34.21 m.c.a.	
N4	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 32.22 m.c.a.	
N6	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 35.30 m.c.a.	
N7	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 34.98 m.c.a.	
N8	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 34.57 m.c.a.	
N9	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 34.52 m.c.a.	
N10	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 34.42 m.c.a.	
N11	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 34.27 m.c.a.	
N12	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 34.41 m.c.a.	
N13	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 34.26 m.c.a.	
N16	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 33.74 m.c.a.	
N17	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 33.84 m.c.a.	
N14	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 34.75 m.c.a.	
N15	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 34.80 m.c.a.	
N18	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 34.86 m.c.a.	
N19	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 31.21 m.c.a.	
N20	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 31.12 m.c.a.	
N21	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 30.93 m.c.a.	
N22	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 30.78 m.c.a.	
N5	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 31.78 m.c.a.	
N23	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 31.98 m.c.a.	
N24	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 35.14 m.c.a.	
N25	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 32.19 m.c.a.	
N2	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 35.39 m.c.a.	
N1	Con desnivel: 2.70 m	Presión: 35.50 m.c.a.	

2.5.9.4.3. Planta baja o principal

ANEXOS

PLANTA BAJA			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A5	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 37.15 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.13 m.c.a. Presión: 36.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A5	PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 41.88 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.15 m.c.a. Presión: 40.73 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A1	PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 42.21 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.15 m.c.a. Presión: 41.06 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A1	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 37.65 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.13 m.c.a. Presión: 36.52 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A6	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.50 m Fregadero de cocina: Fr	Presión: 41.92 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a. Presión: 41.37 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A6	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.50 m Fregadero de cocina: Fr	Presión: 37.91 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a. Presión: 37.37 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A7	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.50 m Fregadero de cocina: Fr	Presión: 38.44 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a. Presión: 37.90 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A7	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.50 m	Presión: 42.27 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s	Se cumplen todas las comprobaciones

ANEXOS

	Fregadero de cocina: Fr	Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a. Presión: 41.73 m.c.a.	comprobaciones
A9	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.50 m Fregadero de cocina: Fr	Presión: 42.00 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a. Presión: 41.45 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A9	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.50 m Fregadero de cocina: Fr	Presión: 38.52 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a. Presión: 37.98 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A10	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.50 m Fregadero de restaurante: Fnd	Presión: 38.35 m.c.a. Caudal: 0.30 l/s Velocidad: 0.80 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a. Presión: 37.83 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A10	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.50 m Fregadero de restaurante: Fnd	Presión: 42.38 m.c.a. Caudal: 0.30 l/s Velocidad: 0.80 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a. Presión: 41.86 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A11	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.50 m Urinario con grifo temporizado: Ugt	Presión: 42.24 m.c.a. Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 0.68 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a. Presión: 41.71 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A12	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.50 m Urinario con grifo temporizado: Ugt	Presión: 42.20 m.c.a. Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 0.68 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a. Presión: 41.68 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A13	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.50 m Urinario con grifo temporizado: Ugt	Presión: 42.11 m.c.a. Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 0.68 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a. Presión: 41.58 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

ANEXOS

A14	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.50 m Inodoro con cisterna: Sd	Presión: 41.98 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a. Presión: 41.41 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A15	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.50 m Inodoro con cisterna: Sd	Presión: 42.03 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a. Presión: 41.46 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A16	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.50 m Inodoro con cisterna: Sd	Presión: 41.88 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a. Presión: 41.31 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A17	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.50 m Inodoro con cisterna: Sd	Presión: 41.21 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a. Presión: 40.64 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A18	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.50 m Inodoro con cisterna: Sd	Presión: 41.38 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a. Presión: 40.81 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A19	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.50 m Inodoro con cisterna: Sd	Presión: 41.48 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a. Presión: 40.91 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A20	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.80 m Lavavajillas industrial: Lvi	Presión: 42.54 m.c.a. Caudal: 0.25 l/s Velocidad: 1.13 m/s Pérdida presión: 0.11 m.c.a. Presión: 41.63 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A21	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.80 m Lavavajillas industrial: Lvi	Presión: 42.40 m.c.a. Caudal: 0.25 l/s Velocidad: 1.13 m/s Pérdida presión: 0.11 m.c.a. Presión: 41.49 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

ANEXOS

A22	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.80 m Lavadora: La	Presión: 42.32 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a. Presión: 41.45 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N3		NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N7		Presión: 42.59 m.c.a.	
N9		Presión: 38.51 m.c.a.	
N10		Presión: 42.44 m.c.a.	
N12		Presión: 38.59 m.c.a.	
N14		Presión: 42.45 m.c.a.	
N16		Presión: 38.41 m.c.a.	
N22		Presión: 37.92 m.c.a.	
N23		Presión: 41.93 m.c.a.	
A23	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.50 m Fregadero de cocina: Fr	Presión: 37.87 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a. Presión: 37.32 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A23	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.50 m Fregadero de cocina: Fr	Presión: 41.88 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a. Presión: 41.34 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N2		Presión: 42.44 m.c.a.	
N4		Presión: 42.56 m.c.a.	
N17		Presión: 42.33 m.c.a.	
N6		Presión: 37.66 m.c.a.	
N8		Presión: 42.23 m.c.a.	
N31		Presión: 42.32 m.c.a.	
N33		Presión: 42.05 m.c.a.	
N32		Presión: 42.24 m.c.a.	
N34		Presión: 42.21 m.c.a.	
N35		Presión: 42.11 m.c.a.	
N36		Presión: 42.24 m.c.a.	
N37		Presión: 37.56 m.c.a.	
N38		Presión: 37.47 m.c.a.	
N39		Presión: 42.19 m.c.a.	

ANEXOS

N40		Presión: 42.07 m.c.a.	
N41		Presión: 42.06 m.c.a.	
N42		Presión: 41.91 m.c.a.	
N43		Presión: 41.92 m.c.a.	
N45		Presión: 41.40 m.c.a.	
N46		Presión: 41.50 m.c.a.	
N19		Presión: 37.30 m.c.a.	
N47		Presión: 37.16 m.c.a.	
A24	PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.50 m Fregadero de estaurante: Fnd	Presión: 42.40 m.c.a. Caudal: 0.30 l/s Velocidad: 0.80 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a. Presión: 41.87 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A24	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 0.50 m Fregadero de restaurante: Fnd	Presión: 38.56 m.c.a. Caudal: 0.30 l/s Velocidad: 0.80 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a. Presión: 38.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N11		Presión: 38.57 m.c.a.	
N15		Presión: 42.41 m.c.a.	
N26		Presión: 42.91 m.c.a.	
N28		Presión: 42.48 m.c.a.	
N29		Presión: 38.36 m.c.a.	
N30		Presión: 37.89 m.c.a.	
N5		Presión: 42.94 m.c.a.	
N20		Presión: 42.32 m.c.a.	
N21		Presión: 38.72 m.c.a.	
N13		Presión: 37.89 m.c.a.	
N18		Nudo intermedio en tramo de retorno de AC	
N24		Presión: 39.25 m.c.a.	
N1		Presión: 42.47 m.c.a.	
A2	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 37.55 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.13 m.c.a. Presión: 36.42 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A2	PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 42.21 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s	Se cumplen todas las comprobaciones

ANEXOS

		Pérdida presión: 0.15 m.c.a. Presión: 41.06 m.c.a.	
A3	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 37.46 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.13 m.c.a. Presión: 36.33 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A3	PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 42.16 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.15 m.c.a. Presión: 41.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A4	Agua caliente, PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 37.29 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.13 m.c.a. Presión: 36.16 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A4	PVC 6-PVC 6 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 42.03 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.91 m/s Pérdida presión: 0.15 m.c.a. Presión: 40.88 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

2.5.9.5. RESULTADOS EN LOS ELEMENTOS QUE FORMAN LA INSTALACIÓN

2.5.9.5.1. Planta cubierta

CUBIERTA		
Referencia	Descripción	Resultados
N1 -> A1, (19.65, -11.95), 0.40 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 35.13 m.c.a. Presión de salida: 34.88 m.c.a.

2.5.9.5.2. Planta primera

PLANTA PRIMERA		
Referencia	Descripción	Resultados
N2 -> N4, (19.05, -11.85), 1.35 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 35.31 m.c.a. Presión de salida: 35.06 m.c.a.
N2 -> N4, (19.30, -11.85), 1.60	Pérdida de carga: Termoacumulador	Presión de entrada: 35.04

ANEXOS

m	eléctrico 2.50 m.c.a.	m.c.a. Presión de salida: 32.54 m.c.a.
N2 -> N4, (19.55, -11.85), 1.85 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 32.53 m.c.a. Presión de salida: 32.28 m.c.a.

2.5.9.5.3. Planta baja o principal

PLANTA BAJA		
Referencia	Descripción	Resultados
N26 -> N7, (15.60, -10.00), 0.30 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 42.86 m.c.a. Presión de salida: 42.61 m.c.a.
N26 -> N28, (16.45, -8.40), 1.60 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 42.75 m.c.a. Presión de salida: 42.50 m.c.a.
N29 -> N30, (16.55, -8.40), 1.50 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 38.18 m.c.a. Presión de salida: 37.93 m.c.a.
N3 -> N5, (18.95, -10.00), 2.15 m	Grupo de presión con calderín: 25.0 m.c.a.	Presión de entrada: 18.02 m.c.a. Presión de salida: 43.02 m.c.a. Caudal: 0.94 l/s Potencia eléctrica: 0.2715 kW
N3 -> N5, (19.35, -10.00), 2.55 m	Pérdida de carga: Válvula reductora de presión 5.00 m.c.a.	Presión de entrada: 23.03 m.c.a. Presión de salida: 18.03 m.c.a.
N3 -> N5, (19.55, -10.00), 2.75 m	Llave de abonado Pérdida de carga: 0.50 m.c.a.	Presión de entrada: 23.54 m.c.a. Presión de salida: 23.04 m.c.a.
N3 -> N5, (20.80, -18.50), 12.50 m	Contador Pérdida de carga: 0.50 m.c.a.	Presión de entrada: 24.39 m.c.a. Presión de salida: 23.89 m.c.a.
N3 -> N5, (20.80, -20.00), 14.00 m	Llave general Pérdida de carga: 0.50 m.c.a.	Presión de entrada: 24.94 m.c.a. Presión de salida: 24.44 m.c.a.
N5 -> N1, (16.80, -10.10), 0.10 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 42.94 m.c.a. Presión de salida: 42.69 m.c.a.
N20 -> N24, (14.75, -15.30), 0.65 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 42.29 m.c.a. Presión de salida: 42.04 m.c.a.
N20 -> N24, (14.75, -15.55), 0.90 m	Pérdida de carga: Caldera 2.50 m.c.a.	Presión de entrada: 42.03 m.c.a. Presión de salida: 39.53 m.c.a.
N20 -> N24, (14.75, -15.80), 1.15 m	Pérdida de carga: Llave de paso	Presión de entrada: 39.52

ANEXOS

m	0.25 m.c.a.	m.c.a. Presión de salida: 39.27 m.c.a.
N18 -> N24, (14.85, -16.45), 7.35 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	
N24 -> N21, (14.85, -16.15), 0.10 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 39.25 m.c.a. Presión de salida: 39.00 m.c.a.
N24 -> N21, (15.05, -16.15), 0.30 m	Depósito acumulador	
N24 -> N21, (15.25, -16.15), 0.50 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 38.98 m.c.a. Presión de salida: 38.73 m.c.a.

ANEXO VI

INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE GAS

2.6. ANEXO INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE GAS

2.6.1. INTRODUCCIÓN A LA INSTALACIÓN RECEPTORA

2.6.1.1. CARACTERÍSTICAS DEL GAS

La instalación se realizará con el tipo de gas de segunda familia; GAS NATURAL.

El gas natural se extrae directamente de yacimientos subterráneos donde puede encontrarse solo o mezclado con petróleo.

El transporte desde el yacimiento a la zona de consumo se realiza en estado gaseoso mediante gaseoducto o en tanque, en estado líquido (GNL). Este gas es actualmente el más utilizado para el suministro en los núcleos de poblaciones y en algunas industrias por ser uno de los menos peligrosos ya que debido a su baja densidad, al aire libre siempre tiende a ascender evitando así acumulaciones peligrosas de gas en caso de escapes.

La composición es variable según los yacimientos, aunque el principal componente es el metano; debido a las diversas composiciones las características del gas varían de un yacimiento a otro y en cualquier caso deberá consultarse a la compañía distribuidora del gas el poder calorífico superior para realizar cálculos más precisos.

Características principales del gas natural:

- 88% volumen de Metano : CH_4
- 9% volumen de Etano : C_2H_6
- 2% volumen de otros hidrocarburos : C_nH_m
- 1% volumen de Nitrógeno : N_2
- Densidad relativa = 0,62
- P.C.S. = 10.500 Kcal/m³ (n)
- Índice de Wobbe = 13.335 Kcal/m³ (n)
- Humedad = seco

2.6.1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

La acometida se realizará en Medida Presión A (MPA), las características de este tipo de suministro son:

- Presión Entre 0,05 y 0,4 bar (50 ÷ 400 mbar).
- Presión de garantía en llave de acometida: 50 mbar.
- Presión mínima salida regulador de abonado: 20,5 mbar.
- Presión mínima en llave de conexión de aparato: 16,3 mbar.

La instalación interior, es decir, a partir del contador de gas, será del tipo BP (baja presión). El regulador de presión está dimensionado para dar una presión de suministro de 40 mbar. La principal características de una instalación en BP, es que la presión de la instalación será inferior a 50 mbar.

2.6.2. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN RECEPTORA

2.6.2.1. MODALIDADES DE UBICACIÓN DE TUBERÍAS

Las tuberías de la instalación receptora estarán en su totalidad o parcialmente vistas, alojadas en vainas o conductos, empotradas o enterradas.

Las tuberías discurrirán por el interior del local. Cuando en algún tramo de la instalación no pueda ello cumplirse deberá adoptarse en ellos la modalidad de ubicación «alojadas en vainas o conductos».

No se permitirá el paso de las tuberías por el interior, paredes o suelos de chimeneas, conductos de evacuación de basuras, huecos de ascensores o montacargas. Tampoco se permitirá cruzar bocas de aireación o ventilación, conductos de productos residuales, ni estar alojadas en forjados que constituyan el suelo.

El tubo de gas de la instalación receptora deberá atravesar el muro de fachada mediante un pasamuros adecuado.

Por otra parte, al definir el trazado de las tuberías de la instalación receptora se tendrá en cuenta la presión máxima de servicio y familia del gas de que se trate (Gas Natural, 2n Familia).

2.6.2.2. ACOMETIDA

La acometida es la parte de la instalación de gas comprendida entre la red de distribución y la llave de acometida (incluida ésta), entendiéndose por tal la llave ubicada en el límite de la propiedad, accesible desde el exterior de la misma. La instalación a partir de esta última llave de paso hasta los aparatos receptores pertenece a la llamada instalación interior o receptora (ver imagen 2.6.1).

El material utilizado para realizar la instalación de gas enterrada será el polietileno. Las tuberías de polietileno no presentan el problema de la corrosión debido a que son aislantes.

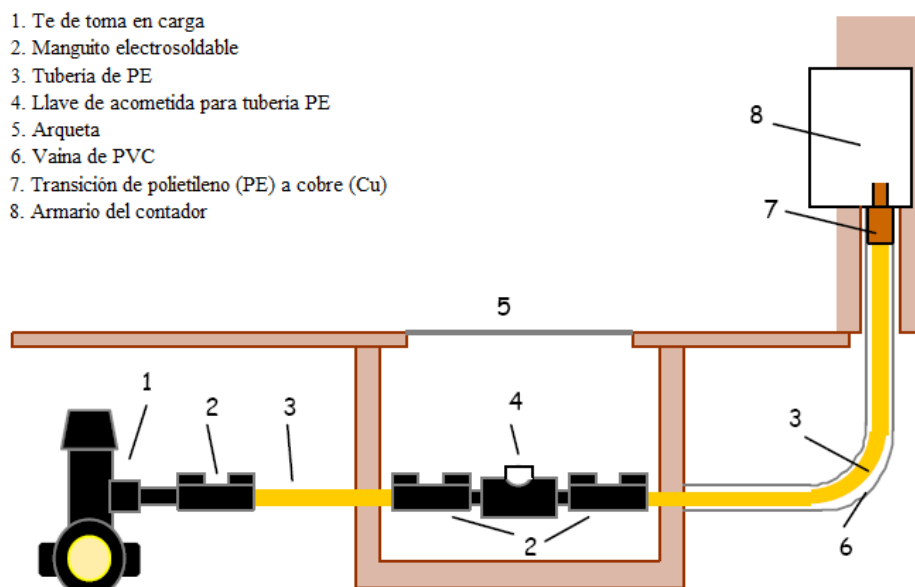


Imagen 2.6.1. Acometida de Polietileno.

Las transiciones entre polietileno y cobre, se realizarán mediante enlaces autoanclantes PE- cobre:

- Enlaces autoanclantes, realizados con un casquillo que presiona al polietileno sobre un perfil interno con dientes de sierra.
- Enlaces por bridas, realizados a partir de un accesorio con una parte plana, de diámetro mayor de la tubería, que va soldado (como un manguito electrosoldable) a la tubería de polietileno, en la que se intercala una parte de la brida a enlazar con la otra parte que está soldada a la tubería de cobre.

El paso de la acometida se realizará mediante una zanja para tuberías sin refuerzo mecánico, debido a que no se prevé el tránsito de tráfico rodado (ver imagen 2.6.2).

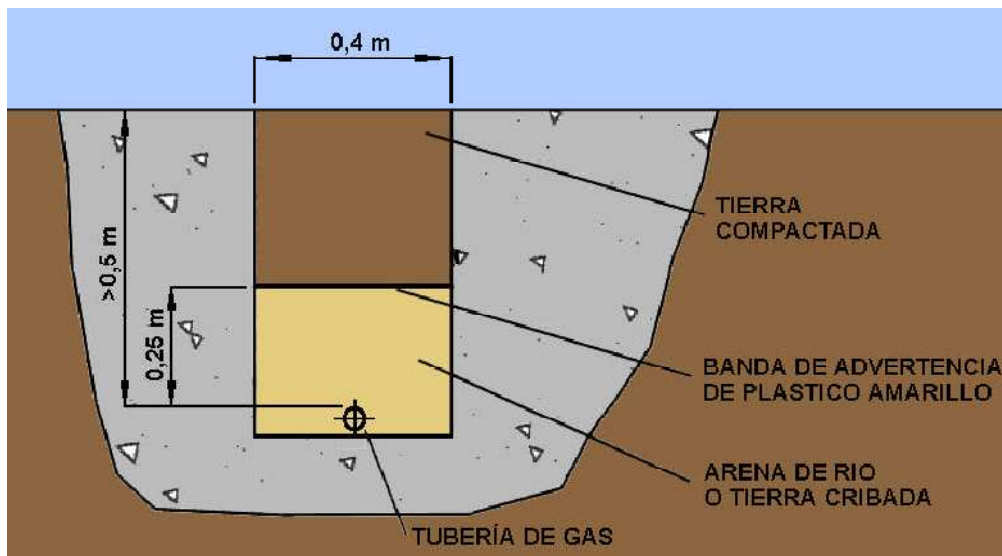


Imagen 2.6.2. Zanja de la acometida sin refuerzo mecánico.

En todo el trazado de una tubería enterrada, se colocará una banda de plástico de policloruro de vinilo de color amarillo, perforada y con la impresión de la leyenda “CANALIZACIÓN DE GAS” cada 25 cm. Estará situada a una distancia por encima del tubo de gas de 20 cm (imagen 2.6.3).



Imagen 2.6.3. Banda de plástico tuberías enterradas de gas.

2.6.2.3. DISTANCIAS FRENTE A OTRAS INSTALACIONES EN LA ACOMETIDA

Las tuberías de gas se tienen que instalar de forma que queden a unas distancias frente otras canalizaciones. Las distancias mínimas vienen reglamentadas y son las siguientes:

- En tramos paralelos: 20 cm (ver imagen 2.6.4).
- En tramos transversales (cruces): 10 cm (ver imagen 2.6.5).

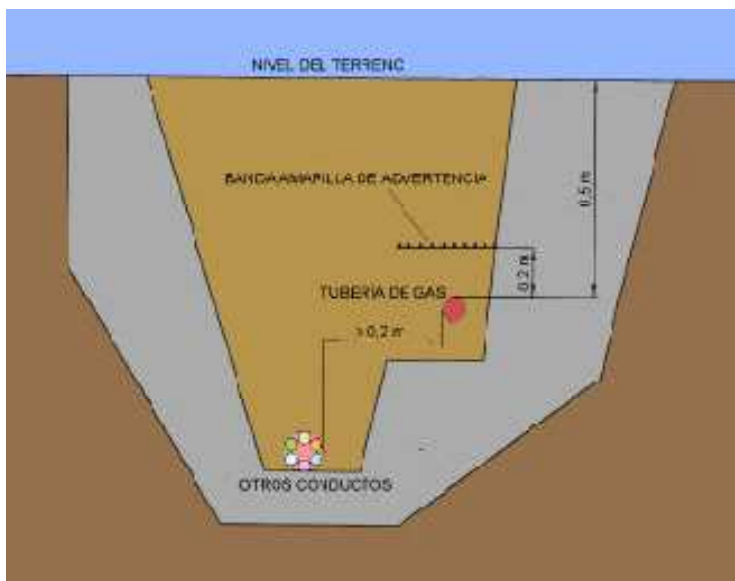


Imagen 2.6.4. Distancias entre tuberías paralelas.

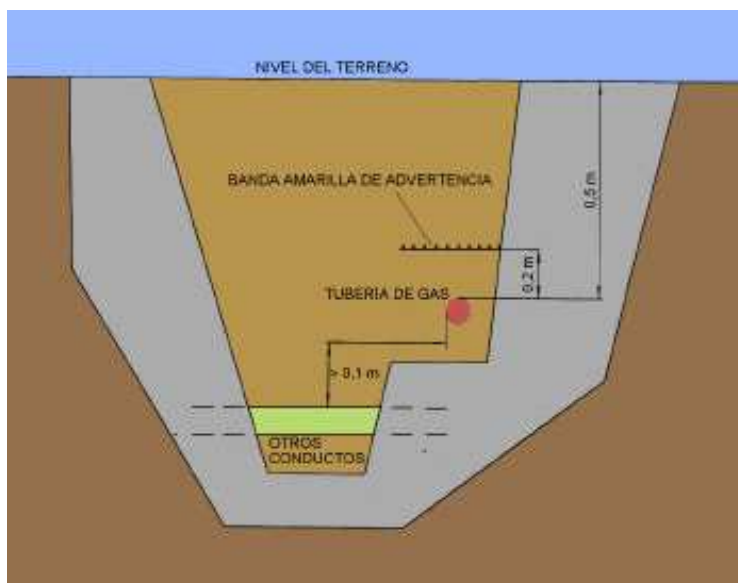


Imagen 2.6.5. Distancias entre tuberías transversales.

2.6.2.4. INSTALACIÓN DE CONTADORES

En la instalación individual/canalizada, alimentada a partir de la acometida general, se instalará un contador con el fin de determinar el consumo del abonado.

El contador se instalará en un armario individual de superficie o empotrado, ubicado junto a la fachada S-O.

Los armarios estará construido o constituido por:

ANEXOS

- De obra de fábrica enlucida interiormente
- Puerta de acero galvanizada de 1,5mm de espesor.

Los contadores se eligen en función del caudal (m^3/h o kg/h) de la instalación, siendo el contador distribuido por la empresa suministradora. Los precios sin impuestos de alquiler de contadores, a los usuarios o abonados por parte de las empresas o entidades suministradoras de los mismos, serán los mostrados en la tabla 2.6.1.

Debido a que el caudal en la acometida es de $14,756 \text{ m}^3/\text{h}$, se elegirá un contador de hasta $25 \text{ m}^3/\text{h}$.

Caudal del contador	€/mes	€/bimestre
Hasta $3 \text{ m}^3/\text{hora}$	0,62	1,24
Hasta $6 \text{ m}^3/\text{hora}$	1,13	2,26
Hasta $10 \text{ m}^3/\text{hora}$	2,39	4,78
Hasta $25 \text{ m}^3/\text{hora}$	4,39	8,78
Hasta $40 \text{ m}^3/\text{hora}$	8,52	17,04
Hasta $65 \text{ m}^3/\text{hora}$	17,4	34,8
Hasta $100 \text{ m}^3/\text{hora}$	23,55	47,1
Hasta $160 \text{ m}^3/\text{hora}$	36,94	73,88
Hasta $250 \text{ m}^3/\text{hora}$	78,18	156,36

Tabla 2.6.1. Tarifas publicadas en el BOE nº 312 de 29 de diciembre de 2007, vigentes desde el 1 de enero de 2008. El cobro del alquiler mensual por las entidades propietarias de los aparatos contadores supone la obligación por parte de dichas entidades de realizar por su cuenta el mantenimiento de los mismos.

TIPO DE CONSUMO	Tarifa aconsejada	Término fijo	Término variable
		€/mes	€/kWh
CONSUMO MUY BAJO	GAS MINI	1	0,07386784
(para nuevos suministros; gas para cocinar o agua caliente)	(Sólo para nuevos suministros)		
CONSUMO BAJO	GAS BÁSICA	2,56	0,05909427
(gas para cocinar y agua caliente)			
CONSUMO MEDIO	GAS ÓPTIMA	5,72	0,05145527
(calefacción de gas natural)			

ANEXOS

CONSUMO MEDIO-ALTO			
(calefacción de gas natural en hogares de gran tamaño)	GAS FAMILIA	7,82	0,04836795
ALTO CONSUMO			
(calefacción centralizada u hogares con un consumo intensivo)	GAS PLUS	44,17	0,04203727

Tabla 2.6.2. Tarifas gas.

2.6.2.5. TUBERÍAS VISTAS

Todas las tuberías de la instalación interior del local serán de cobre.

Las distancias mínimas de separación de una tubería vista a otras tuberías, conductos o suelo serán lo mostrado en la siguiente tabla:

	curso paralelo	cruce
Conducción de agua caliente	3 cm	1 cm
Conducción eléctrica*	3 cm	1 cm
Conducción de vapor	5 cm	1 cm
Chimeneas	5 cm	5 cm
Suelo	5 cm

* No se consideran como tales los cables de telefonía, antenas de televisión, telecontrol, etc.

Tabla 2.6.3. Distancias de separación de tuberías vista de gas a otras tuberías.

Las tuberías vistas deben estar inmovilizadas por dispositivos de sujeción adecuados, situados de tal manera que quede asegurada la estabilidad y alineación de la tubería.

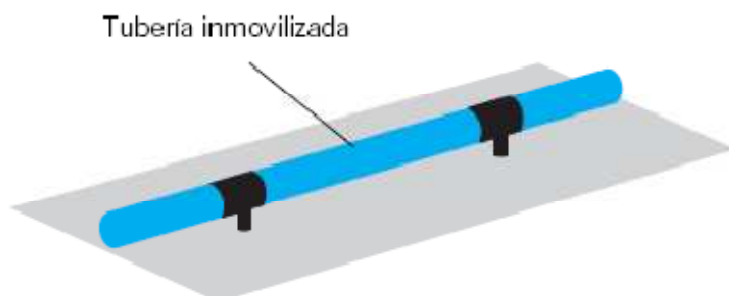


Imagen 2.6.6. Tubería vista.

2.6.2.6. TUBERÍAS ALOJADAS EN VAINAS O CONDUCTOS

Las tuberías deberán discurrir por el interior de vainas o conductos ventilados en el caso de que precisen protección mecánica por estar expuestas a golpes o choques al estar situadas en zona comunitaria, a excepción de tuberías de acero con uniones soldadas.

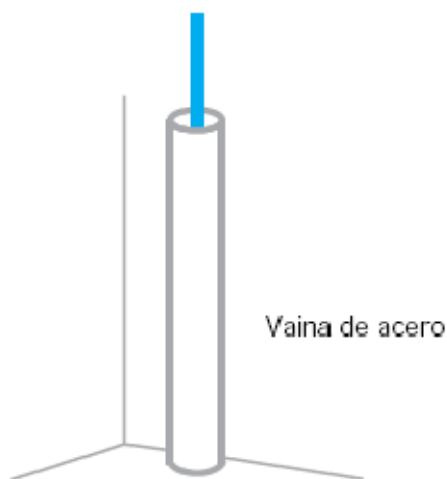


Imagen 2.6.7. Tubería en vaina de acero.

2.6.2.7. CURVADO DE TUBERÍAS

Las tuberías de cobre se fabrican en forma de tubos rígidos y en forma de tubería en rollo curvable, de modo que se pueden evitar las soldaduras de codos, manguitos, y demás accesorios utilizados, con el consiguiente ahorro de tiempo, trabajo de soldadura, y se evitan puntos débiles en la instalación.

En el caso de las tuberías en rollo, se tiene que poner especial cura en el curvado debido a que se puede producir un aplastamiento del mismo. En instalaciones vistas es importante utilizar un curvatubos con el fin de que las curvas queden iguales o proporcionales.

2.6.2.8. SITUACIÓN DE REGULADORES DE ABONADO (ENTRADA EN MEDIA PRESIÓN A CON SALIDA A BAJA PRESIÓN)

Regulador de abonado de caudal nominal superior a 6 m³/h, utilizado básicamente para instalaciones en locales colectivos o comerciales, ha de ser de modelo aceptado por el Grupo Gas Natural y se instalará preferentemente en zonas exteriores a la edificación con accesibilidad grado 2, siempre antes que el contador.

Este tipo de regulador pueden llevar incorporado o no una válvula de seguridad por defecto de presión. Si no la llevan incorporada hay que instalarla independiente en un punto de la instalación entre el regulador y el contador, preferentemente.

El conjunto compuesto por el regulador, la válvula de seguridad por defecto de presión y el contador es conveniente que se ubiquen en un mismo local o armario específico.

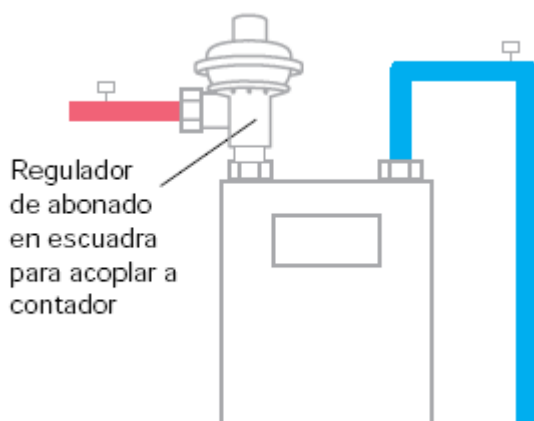


Imagen 2.6.8. Situación del regulador.

2.6.2.9. SITUACIÓN VÁLVULAS DE SEGURIDAD

En instalaciones alimentadas desde redes en media presión A y instalaciones cuyo consumo nominal sea superior a 6 m³/h (normalmente instalaciones en locales colectivos o comerciales) podrá estar incorporada al regulador o ser externa al mismo, y generalmente de rearme manual estando situada, preferentemente, antes del contador.

2.6.2.10. UNIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS

Las uniones de los tubos entre sí y de éstos con los accesorios se harán de acuerdo con los materiales en contacto y de forma que el sistema utilizado asegure la estanquidad para los diferentes gases que se prevea puedan distribuirse en la zona.

2.6.2.10.1. Unión soldadura Cobre - cobre o aleación de cobre

Las uniones de las tuberías de cobre y sus accesorios, bien sean de cobre o de aleación de cobre, se realizarán mediante soldadura por capilaridad a través de un accesorio adecuado (manguitos, codos, curvas, reducciones, derivaciones, etc.). No se admitirá en ningún caso el abocardado de tubo para soldar por capilaridad.

Se unirán mediante soldadura fuerte por capilaridad. En las instalaciones en media presión A, la soldadura siempre será soldadura fuerte por capilaridad.

La soldadura fuerte por capilaridad se realizará con material de aportación de aleación de plata con un contenido no inferior al 40 % de plata y exenta de metaloides, aluminio, mercurio y antimonio (punto de fusión 655 °C).

También puede realizarse soldadura fuerte a tope por bordón con material de aportación de aleación de cobre (conocida como soldadura al amarillo) con un contenido no inferior al 50 % de cobre y exento de metaloides, aluminio, mercurio y antimonio (punto de fusión 850 °C).

2.6.2.10.2. Unión polietileno-cobre

Las uniones mediante sistemas mecánicos para tuberías enterradas estarán limitadas a la unión de tubo de polietileno con cobre mediante enlaces de transición fijos o monobloc, como pueden ser los tallos normalizados por el Grupo Gas Natural y que éste puede facilitar.

La unión polietileno-cobre (PE-Cu) se realizará mediante un enlace de transición, fijo o desmontable según el caso, que cumpla los requisitos que exige la Empresa Suministradora a estos tipos de enlaces.

2.6.2.10.3. Unión roscada

Sólo se admitirán uniones roscadas para realizar la conexión de elementos tales como reguladores, tomas de presión, filtros, manómetros, llaves de paso con rosca hembra, etc., aunque es preferible que las llaves de paso dispongan de rosca macho para enlace por junta plana. En la unión roscada, el tipo de rosca será rosca gas y se realizará la estanquidad mediante productos sellantes que cumplan las prescripciones que se indican en la norma UNE 60.722 o norma equivalente de reconocido prestigio.

2.6.2.11. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS

2.6.2.11.1. Instalación de tuberías enterradas

Tal como se ha mencionado anteriormente, es criterio del Grupo Gas Natural que las acometidas interiores enterradas se construyan en polietileno.

Asimismo, los tramos enterrados desde la llave de acometida, o desde la llave de edificio, hasta el edificio en la instalación común o hasta el muro límite donde se sitúe el contador en la instalación individual, también es criterio del Grupo Gas Natural que se construyan en polietileno, utilizando las mismas técnicas de canalización que para las acometidas interiores enterradas, recomendadas por la Empresa Suministradora.

Cuando se utilice el tubo de polietileno, la transición entre la parte enterrada y vista debe realizarse mediante tallos normalizados por el Grupo Gas Natural de PE-Cu, según el caso, que cumplan las características indicadas en la ficha C.

2.6.2.11.2. Instalación de tuberías vistas

Las tuberías que componen una instalación vista deben quedar conveniente sujetas para soportar el peso de los tramos y evitar deslizamientos.

ANEXOS

Asimismo, cuando se considere necesario, podrán tener unos puntos fijos que habrán de servir de anclaje de la tubería para que los esfuerzos por dilatación se originen a partir de ellos, construyéndose soldando a la tubería un elemento robusto que posteriormente se acoplará mediante tornillos a un soporte anclado a una pared o techo. Para tubería de acero, se podrá aceptar como sustitución del elemento soldado la utilización de dos abrazaderas (tipo varilla curvada) separadas entre sí la distancia equivalente a un diámetro de la tubería, de manera que quede firmemente sujeta a dos soportes anclados en la pared (ver imagen 2.6.9).

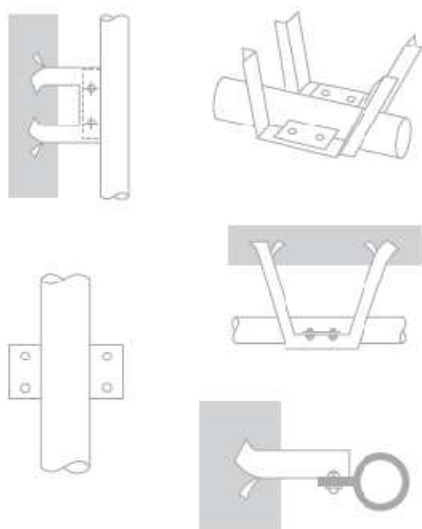


Imagen 2.6.9. Tipos de fijación de tuberías de cobre vistas.

Tanto las abrazaderas como los soportes guía cerrados no deben ejercer una fuerte presión sobre la tubería una vez han sido apretados, sino que deben apretar lo justo para soportarla.

La separación máxima entre los elementos de sujeción de las tuberías, considerando ésta como la separación entre dos soportes o entre soporte y llave de paso, depende del material y diámetro de las mismas y de si se trata de tramos horizontales o verticales, tal como se indica en la siguiente tabla:

ANEXOS

Material de la tubería	Diámetro de la tubería	Separación máxima (m)	
		Tramo horizontal	Tramo vertical
Cobre y Acero Inoxidable	$D \leq 15 \text{ mm}$	1,0	1,5
	$15 < D \leq 28 \text{ mm}$	1,5	2,0
	$28 < D \leq 42 \text{ mm}$	2,5	3,0
	$D > 42 \text{ mm}$	3,0	1 por planta, máx. 3,5
Acero	$D \leq 1/2 \text{ ''}$	1,5	2,0
	$1/2 \text{ ''} < D \leq 1 \text{ ''}$	2,0	3,0
	$1 \text{ ''} < D \leq 1 1/4 \text{ ''}$	2,5	3,0
	$D > 1 1/4 \text{ ''}$	3,0	1 por planta, máx. 4,0

Tabla 2.6.4. Separación máxima de los elementos de sujeción.

2.6.2.11.3. Instalación de tuberías alojadas en vainas o conductos

Las tuberías se alojarán en vainas o conductos cuando precisen protección mecánica o deban discurrir por cielos rasos, falsos techos, cámaras aislantes, huecos de elementos de la construcción o tuberías colocadas entre el pavimento y el nivel superior del forjado, o en el subsuelo existiendo un local debajo de ellas cuyo nivel superior del forjado esté próximo a la tubería.

Cuando por los motivos anteriormente citados deban instalarse vainas o conductos éstos deberán conducir las eventuales fugas al o los extremos previstos para ventilación y serán metálicos o de obra, debiendo presentar la rigidez suficiente en función de la exigencia requerida.

La superficie exterior de las vainas o conductos metálicos estará recubierta de una protección eficaz que la proteja del medio exterior, y no tendrá contacto con armaduras metálicas del edificio, ni con cualquier otra tubería.

La tubería que se aloje en el interior de una vaina o conducto, ya sea para darle protección mecánica, para realizar la ventilación o para atravesar paredes o muros, cumplirá que:

- Al atravesarse una pared o muro de un local, deberá enfundarse la tubería mediante una vaina metálica (acero, aluminio, cobre, latón, etc.) o bien de material no deformable de rigidez suficiente (por ejemplo P.V.C.). Esta vaina, que es conocida con el nombre de pasamuros, deberá quedar inmovilizada en la pared o muro y se introducirá la tubería a su través. Es conveniente obturar, mediante una pasta no endurecible, el hueco existente entre la vaina y la tubería a no ser que se utilice para ventilación.

La vaina debe quedar convenientemente sujeta a la pared o techo por el que se instala paralelamente la tubería o al cual atraviesa. Si se instala paralelamente, se sujetará la vaina a la pared o techo con abrazaderas para el diámetro y material de la misma.

2.6.2.11.4. Cambios de dirección en tuberías vistas

Los cambios de dirección de tuberías de cobre se realizarán mediante accesorios con uniones por soldadura por capilaridad a la tubería. En caso que sea imprescindible y hasta DN 18, podrá admitirse el curvado del tubo de Cu en frío mediante máquina curvadora, asegurando que se mantiene el diámetro interior en la zona de curvado.

2.6.2.12. DISTANCIA DE LAS TUBERÍAS A PAREDES Y TECHOS

Para facilitar las operaciones de limpieza, revisión y mantenimiento, es recomendable que las tuberías estén separadas una cierta distancia de paredes y techos, y a continuación se indican cuales son las distancias mínimas aconsejables en cada caso:

2.6.2.12.1. Distancia a paredes

La distancia de separación entre una tubería de gas y una pared en la que se instale discurriendo paralelamente a la misma será, como mínimo, la equivalente a su radio exterior y en ningún caso inferior a 10 mm (ver imagen 2.6.10).

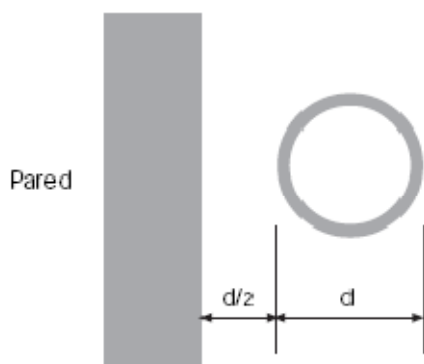


Imagen 2.6.10. Distancia entre tubería de gas y pared.

2.6.2.12.2. Distancia a techos

La distancia de separación entre una tubería de gas y un techo en el que se instale discurriendo paralelamente al mismo será, como mínimo, de 10 mm (ver imagen 2.6.11).

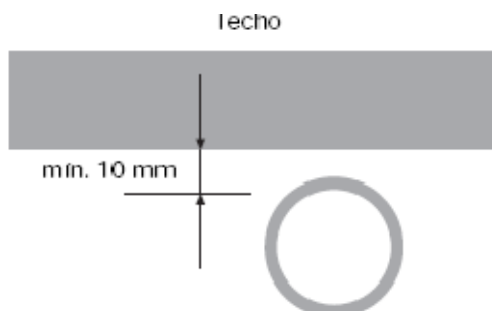


Imagen 2.6.11. Distancia entre tubería de gas y techo.

2.6.2.12.3. Distancia a rincones

Se considera rincón cuando el ángulo que forman dos paredes contiguas, o el techo y una pared, sea menor de 135° .

Los rincones pueden ser verticales, cuando estén formados por dos paredes, y horizontales, cuando estén formados por pared y techo.

Cuando una tubería de gas se instale paralela a un rincón vertical, las separaciones mínimas serán de 1 radio de la tubería a una pared y de 2 radios de la tubería respecto a la pared contigua.

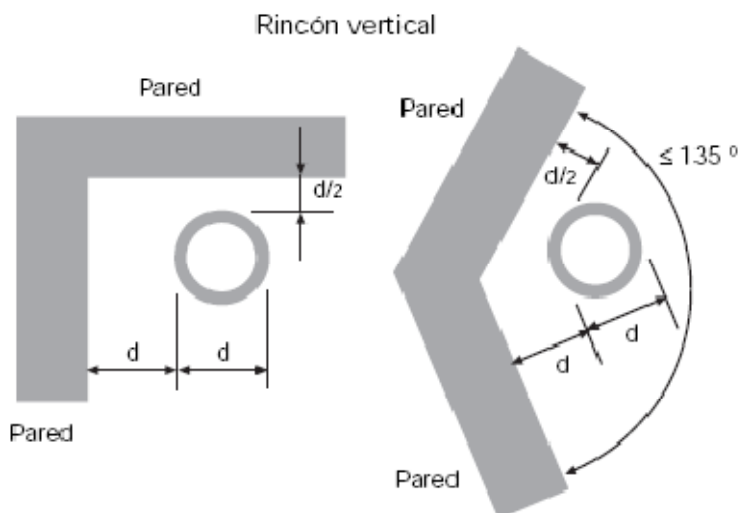


Imagen 2.6.12. Distancia entre tubería de gas y rincón vertical.

Cuando una tubería de gas se instale paralela a un rincón horizontal, las separaciones mínimas serán de 10 mm al techo y 2 radios de la tubería a la pared.

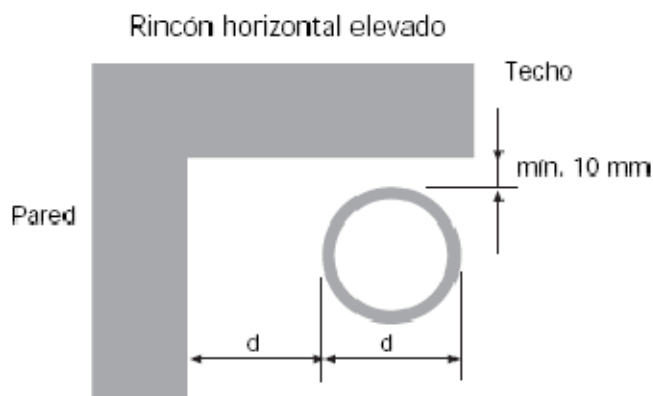


Imagen 2.6.13. Distancia entre tubería de gas y rincón horizontal.

2.6.2.13. PINTADO Y SEÑALIZACIÓN

Para disimular al máximo su paso por zonas comunitarias, patios o fachadas, o por el interior de las viviendas, las tuberías deben estar convenientemente pintadas de un color lo más parecido posible al muro que las soporta, debiendo identificarse con franjas de color amarillo o la palabra «GAS» en las zonas donde pueda confundirse con otros servicios, y al menos una vez en la instalación común, lo más cerca posible de la llave de montante, si existe, o en una zona visible.

Las tuberías cobre no es necesario que se pinten, pero si es necesario que se señalicen convenientemente cuando sea necesario.

2.6.2.14. DISPOSITIVOS DE CORTE (LLAVES)

Se instalarán los dispositivos de corte que sean necesarios para poder maniobrar la instalación receptora, teniendo en cuenta lo establecido en la Instrucción sobre Documentación y puesta en servicio de las Instalaciones receptoras de gases combustibles, así como otros dispositivos de corte operativos, tales como las llaves de montante colectivo, llave de contador, llave de local privado, llave de regulador, etc.

Una llave integrante de la instalación común o individual podrá ejercer la función de otras llaves, si reúne los requisitos exigidos a las mismas, salvo en el caso de un regulador con llave incorporada en el que ésta no podrá asumir la función de la llave de abonado.

2.6.2.15. MATERIALES

Para las tuberías no enterradas, constitutivas de la instalación receptora se utilizará el cobre.

Para las tuberías enterradas, con o sin vaina, constitutivas de una instalación receptora deberán utilizarse los materiales que fija el Reglamento de redes y acometidas de combustibles

gaseosos en la instrucción MIG que le sea de aplicación según la presión máxima de servicio, en el caso particular que nos ocupa se usarán tuberías de polietileno.

2.6.3. CONDICIONES GENERALES DE VENTILACIÓN

2.6.3.1. AIRE PARA LA COMBUSTIÓN

El aire necesario para la combustión se aportará bien del exterior, de terrazas o galerías con una superficie adecuada abierta permanentemente.

2.6.3.2. ENTRADAS DE AIRE

Las entradas de aire se considerarán directas, o sea, por medio de aperturas permanentes o conductos que comuniquen el local con el exterior.

El dimensionamiento de las entradas de aire se hará en función de la potencia de los aparatos instalados y del sistema de evacuación de los productos de la combustión.

2.6.3.3. APARATOS NO CONECTADOS A CONDUCTOS DE EVACUACIÓN

En el caso de que el local contenga algún aparato no conectado a dispositivo de evacuación de productos de la combustión, las entradas serán obligatoriamente directas, contemplándose como excepción, los locales que alojen únicamente aparatos de cocción, siempre que la entrada de aire se realice a través de terrazas o galerías cerradas contiguas al mismo, en contacto con el exterior.

Por otra parte estos locales citados en el párrafo anterior tendrán un volumen mínimo que impida el deterioro peligroso del aire ambiente al funcionar el aparato. Si el aparato no va equipado con dispositivos de corte del paso de gas por extinción de llama en todos sus quemadores, el local deberá estar dotado de un sistema para su rápida ventilación en caso necesario o en su defecto deberá poder comunicarse a través de una puerta fácilmente practicable, con otro lugar contiguo que disponga de aquella superficie de abertura para la rápida ventilación.

Los aparatos de cocción son aparatos a gas de circuito abierto que están autorizados para funcionar sin estar conectados a conducto de evacuación de productos de la combustión.

2.6.3.4. APARATOS CONECTADOS A CONDUCTOS DE EVACUACIÓN

Los aparatos que deben ser conectados a un conducto de evacuación tendrán incorporado o acoplado a la salida de los productos de la combustión el cortatiro homologado y/o certificado con o para el aparato en cuestión. Los conductos de evacuación deberán tener las dimensiones, trazado y situación adecuada, no estrangular la salida prevista en el aparato y ser resistentes a la corrosión y a la temperatura de salida de los productos de la combustión, así

como estancos, tanto por la naturaleza de los materiales como por el tipo y modo de realizar las uniones que procedan. Deberán desembocar al exterior del edificio o a un patio de ventilación.

2.6.3.5. APARATOS DE CIRCUITO ESTANCO

Los aparatos de circuito estanco no estarán sometidos a las prescripciones citadas.

2.6.4. INSTALACIÓN, CONEXIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LOS APARATOS

2.6.4.1. ADECUACIÓN AL TIPO DE GAS

Antes de instalar y de poner en marcha un aparato deberá comprobarse que esté preparado para el tipo de gas que se le va a suministrar.

2.6.4.2. INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE

Todos los aparatos se instalarán de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Los aparatos conectados, a conductos de evacuación de productos de la combustión deberán estar inmovilizados. La proyección vertical de cualquier aparato a gas situado a más altura que los quemadores de un aparato de cocción debe guardar la necesaria distancia para que los productos de la combustión o vapores procedentes del aparato de cocción no puedan afectar al buen funcionamiento del otro aparato.

2.6.4.3. CONEXIONES

Las conexiones de todos los aparatos fijos se realizarán mediante tubo rígido o metálico flexible y únicamente se conectarán por tubo flexible los aparatos móviles o desplazables.

Los materiales y accesorios utilizados para la conexión rígida entre la llave de conexión al aparato y el propio aparato tendrán las mismas características que los que pudieran emplearse en la parte correspondiente de la instalación receptora.

En aquellos casos en que la sencillez del aparato lo permita y el fabricante aporte las instrucciones correspondientes, la conexión por tubo flexible podrá ser realizada por el propio usuario.

La persona que de acuerdo con lo anterior realice la puesta en marcha del aparato deberá comprobar la estanquidad de todas las uniones comprendidas entre la llave de conexión al aparato y el propio aparato.

2.6.4.4. PUESTA EN MARCHA

La puesta en marcha de los aparatos a gas se hará de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de aparatos que utilizan gas como combustible.

2.6.5. OPERACIÓN Y PRUEBAS

2.6.5.1. PRUEBA DE ESTANQUIDAD

Cuando se deba efectuar la prueba de estanquidad de las instalaciones, ya en funcionamiento, se valorará su nivel de estanquidad para proceder a su aceptación para el uso.

Se considerará en aptitud de uso si el caudal es igual o inferior a un litro por hora; en aptitud de uso pero pendiente de corrección, si el caudal de fuga se halla comprendido entre uno y cinco litros por hora y no apta para uso, con puesta fuera de servicio inmediato, si el caudal de fuga es superior a cinco litros de gas por hora.

2.6.5.2. MODIFICACIÓN DE INSTALACIONES

Cualquier modificación en una instalación deberá realizarse previo cierre de los aparatos a gas y del paso del gas a la instalación a modificar, salvo que se utilicen procedimientos y técnicas específicas para la realización de operaciones en carga.

2.6.5.3. DESMONTAJE DE ELEMENTOS

Se instalará un puente antichispa en caso de tener que desmontar un contador o cualquier otro elemento.

2.6.5.4. INTERRUPTORES DE LOS TRABAJOS

Cuando se produzcan interrupciones en los trabajos en curso deberá asegurarse que durante las mismas queda garantizada la interrupción del suministro, evitándose manipulaciones por terceros. Durante los trabajos en instalaciones con posible fuga de gas queda prohibido fumar.

Cuando sea imprescindible encender llamas o acercar puntos calientes se deben tomar las medidas de seguridad adecuadas.

2.6.5.5. MANIPULACIÓN DE LLAVES

La manipulación tanto de la llave de acometida como de cualquier otra llave que formando parte de la instalación común esté precintada sólo podrá ser realizada por la persona autorizada.

2.6.6. MATERIALES DE LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS

2.6.6.1. OBJETO

Determinamos los materiales que pueden utilizarse en los elementos constitutivos de la instalación receptora cuya presión máxima de servicio sea igual o inferior a 4 bar, situada en el local destinado a uso comercial.

2.6.6.2. TUBERÍAS

Las tuberías que forman parte de las instalaciones receptoras serán de materiales que no sufran deterioros ni por el gas distribuido ni por el medio exterior con que estén en contacto o estarán protegidos con un recubrimiento eficaz.

2.6.6.2.1. Tubería de cobre

Puede utilizarse para gases de la 1.^a, 2.^a y 3.^a familias. La composición y espesores de pared cumplirán con la norma UNE 37.141 o equivalente (Gas Natural es 2.^a familia).

Si las uniones se realizan mediante soldadura fuerte, este tipo de tubería será utilizable en instalaciones de media presión (MPB, MPA) y baja presión (BP).

2.6.6.2.2. Materiales para tramos enterrados

En los tramos de las instalaciones receptoras que discurran enterrados en el exterior de los edificios se podrá utilizar como material el acero, el cobre, el polietileno y la fundición dúctil siempre que los tubos y accesorios cumplan las características especificadas en el Reglamento de redes y acometidas de combustibles gaseosos en función de la presión máxima de servicio de la instalación de que se trate.

2.6.6.2.3. Materiales para tramos alojados en vainas o conductos

Se utilizará como material de la tubería el cobre en todos los casos.

2.6.6.3. ACCESORIOS

2.6.6.3.1. Llaves

En la instalación receptora se colocaran llaves que correspondan genéricamente a la norma UNE 19.679 o equivalente y específicamente, si son de obturador cónico, a la norma UNE 19.680, y si son de los de obturador esférico, a la norma UNE 60.708 o equivalente.

Para diámetros superiores o iguales a 100 mm podrán instalarse llaves de tipo obturador esférico, mariposa u otros siempre que cumplan las correspondientes normas armonizadas europeas, normas UNE u otras normas de reconocido prestigio aceptadas por alguno de los países de la CEE o haber sido convenientemente ensayadas por un laboratorio acreditado.

En todos los casos los ensayos mencionados deberán garantizar la seguridad operativa de las válvulas.

2.6.6.3.2. Conexión flexible de seguridad

La conexión flexible de seguridad y el obturador de seguridad deberán cumplir las correspondientes normas armonizadas europeas, norma UNE u otras normas de reconocido prestigio aceptadas por alguno de los países de la CEE.

2.6.6.3.3. Uniones

Las uniones que forman parte de las instalaciones serán de materiales que no sufran deterioros por el medio exterior con el que están en contacto o estarán protegidos con un recubrimiento eficaz.

Las uniones de los tubos entre sí y de éstos con los accesorios se harán de acuerdo con los materiales en contacto y de forma que el sistema utilizado asegure la estanquidad sin que ésta pueda verse afectada por los distintos tipos de gas que se prevea distribuir en la zona.

2.6.6.3.4. Uniones mediante soldadura

Los materiales de aportación para este tipo de uniones deberán cumplir con unas características mínimas de temperatura de fusión, resistencia a la tracción, resistentes al gas distribuido en las condiciones de suministro y adecuado a los materiales a unir.

El uso de las soldaduras se ajustará a las instrucciones del fabricante de los tubos y del material de soldadura cuidando especialmente la limpieza en la utilización del decapante y la eliminación de los residuos del fundente.

Uniones cobre-cobre y cobre-aleación de cobre

Este tipo de uniones se realizarán mediante soldadura fuerte salvo en las instalaciones a baja presión en las que se admitirá la utilización de soldadura blanda. Queda prohibida la soldadura blanda con aleación de estaño-plomo.

2.6.6.3.5. Uniones mediante sistemas mecánicos

Sólo podrán utilizarse en tuberías vistas o enterradas y por tanto no podrán emplearse estas uniones cuando hubieran de estar situadas en instalaciones empotradas, falsos techos y cámaras no ventiladas.

En cualquier caso este tipo de uniones se limitarán al mínimo imprescindible. Los tipos de uniones mecánicas autorizadas son:

1) Bridas

En la unión por bridas se utilizarán las que se indican en la norma UNE 19 152, UNE 19153, UNE 19 282 y UNE 19 283 o equivalentes, intercalando entre ellas una junta.

2) Enlaces con junta plana

Para la unión mediante estos enlaces se utilizarán los que se indican en la norma UNE 19 680 o equivalente (parte IV, V, VI y XIX), intercalando una junta plana que cumpla las características que se citan a continuación.

3) Juntas

Las juntas deberán ser de elastómero y cumplir la norma UNE 53 591 o equivalente, o bien de otro material y cumplir las especificaciones de una norma de reconocido prestigio.

4) Uniones metal-metal

Solamente se aceptarán cuando sean del tipo esfera-cono por compresión o de anillos cortantes. Su uso queda limitado a la baja presión o en la conexión de accesorios que cumplan normas UNE, ISO u otras de reconocido prestigio las cuales prevean este tipo de tuberías de cobre recocido. En cualquier caso estas uniones no podrán estar sujetas a movimiento.

5) Uniones roscadas

Sólo se utilizarán uniones roscadas en las uniones en donde no fuese posible realizar soldadura con garantía de estanquidad u otro tipo de unión. En estos casos, la rosca deberá ser del tipo gas, realizada mediante máquina roscadora y deberá asegurarse la estanquidad mediante cinta adecuada o un producto de estanquidad que se ajuste a la norma UNE 60.722 o UNE 60.725 o equivalentes.

Para accesorios no previstos, tales como manómetros y otros elementos auxiliares, se admitirán uniones mediante rosca cilíndrica asegurando la estanquidad mediante cinta adecuada.

2.6.7. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN

2.6.7.1. REGULADORES DE PRESIÓN. UBICACIÓN E INSTALACIÓN

2.6.7.1.1. Generalidades

Cuando la presión de distribución sea superior a la de utilización será necesaria la instalación de reguladores de presión que formarán parte de la instalación receptora de gas.

Cuando sea necesario el uso de reguladores se deberá consultar con la empresa suministradora las características de que deberán disponer tanto el regulador como las válvulas de seguridad (V.S.) o, en su caso, el conjunto de regulación, para que estén adaptados correctamente a las características de la distribución.

Los conjuntos de regulación llevarán una placa, tarjeta o adhesivo, para identificación de las condiciones de funcionamiento, en el que se haga constar los siguientes datos:

- a) Tarado de la presión de salida del regulador.
- b) Tarado de la presión de la V.S. por máxima presión (si procede).
- c) Tarado de la presión de V.S. por mínima presión (si procede).

Asimismo, los reguladores y las V.S. deberán disponer de un sistema de precinto que dificulte la manipulación de los sistemas internos de tarado por personas no autorizadas.

Cuando la V.S. por máxima presión esté incorporada al regulador, su sistema de accionamiento deberá ser independiente del sistema de regulación.

Deberá instalarse una llave de corte antes de todo regulador si éste no la lleva incorporada.

Tanto los reguladores como, en su caso, los armarios en que éstos estén alojados deberán estar ubicados en zonas en que no puedan sufrir los deterioros ni impedir el libre tránsito de las personas.

2.6.7.1.2. Reguladores ubicados en la instalación individual

El regulador será del tipo de media presión A (MPA). Estos reguladores se utilizarán para reducir la presión MPA a la presión de utilización BP y podrán estar situados en el interior de las viviendas o de los locales a las que alimentan. En el caso particular su ubicación será en el armario de obra del contador situado junto a la fachada del edificio. Su accesibilidad deberá ser grado 1 ó 2.

Conjuntamente con el regulador deberá existir una válvula de seguridad (VS) por mínima presión, que podrá estar incorporada al mismo o ser independiente de él.

Podrá prescindirse de ésta en los casos siguientes:

- a) Cuando la instalación disponga de un conjunto de regulación el cual lleve incorporada una VS por mínima presión.
- b) En las instalaciones comerciales, cuando se alimenten exclusivamente aparatos a gas provistos de dispositivo de seguridad que evite la salida de gas sin quemar en caso de extinción de la llama.

Asimismo, se adoptarán las condiciones de seguridad necesarias para evitar que se produzca una sobrepresión a la salida del regulador que pueda afectar al resto de la instalación y/o a los aparatos a gas instalados. Estas condiciones mencionadas deberán ser determinadas de acuerdo con la empresa suministradora.

También se dispondrá en la instalación, tanto en la entrada como en la salida del regulador MPA, de una toma de presión de pequeño calibre para comprobar su funcionamiento y el de las válvulas de seguridad (VS) por mínima presión.

2.6.7.2. RECINTO DESTINADO A LA INSTALACIÓN DE CONTADORES

2.6.7.2.1. Generalidades

Los recintos destinados a la ubicación de los contadores deberán estar adecuadamente ventilados y tendrán las dimensiones necesarias para permitir su correcto mantenimiento y estarán contruidos de forma que quede garantizada su protección frente a agentes exteriores, como pueden ser la humedad y los golpes.

Para la elección de la capacidad de los contadores, así como para conocer las características de las conexiones de entrada y salida de los mismos, se consultará con la empresa suministradora.

La altura máxima del totalizador del contador no superará los 2,20 m respecto al suelo, salvo acuerdo con la empresa suministradora.

Los contadores podrán ser alojados en forma centralizada en uno o varios locales o armarios. Estos recintos estarán ubicados en zona comunitaria y tendrán accesibilidad grado 2 desde la misma.

Los armarios contruidos con obra de fábrica deberán tener un acabado enlucido interiormente. La puerta será estanca, deberá abrirse hacia afuera y estar provista de cerradura normalizada por la empresa suministradora.

En el caso que nos ocupa, se colocará el armario de contadores para la instalación individual de gas en el exterior del local. El armario que contendrá los contadores será de obra de fábrica y enlucido de yeso en su interior, de 2 m de longitud, 45 cm de profundidad y una altura de 2 m, con puerta metálica de doble hoja.

2.6.7.2.2. Ventilación

Para la ventilación del armario se dispondrán dos aberturas, una en la parte superior y otra en la parte inferior, comunicadas con el exterior, con sección libre mínima de 50 cm² cada una. Si la comunicación con el exterior se realiza mediante conductos de longitud superior a dos metros, las secciones mínimas serán de 100 cm².

Las aberturas para ventilación deberán encontrarse en la parte inferior comunicando directamente con el exterior o indirectamente a través del zaguán de entrada, y en su parte superior comunicando directamente con el exterior del edificio o con un patio de ventilación, sea a través de una abertura o a través de un conducto.

2.6.7.2.3. Requisitos de seguridad

La instalación eléctrica para la iluminación del recinto del armario, caso de que sea necesaria, deberá ajustarse a lo dispuesto en el Reglamento electrotécnico para baja tensión, instrucción MI-BT 026 para clase 1, zona 2, y tendrá los cables envainados en tubo de acero, cajas e iluminaciones estancas, y se situará el interruptor en el exterior.

En lugar muy visible deberá situarse un letrero con las siguientes inscripciones:

- Prohibido fumar o encender fuegos.
- Asegúrese de que la llave que maniobra es la que corresponde.
- No abrir una llave sin asegurarse que las del resto de la instalación correspondiente están cerradas.
- En el caso de cerrar una llave equivocadamente, no la vuelva a abrir sin comprobar que el resto de las llaves de la instalación correspondiente están cerradas.

La parte externa de la puerta de acceso deberá contar con un letrero con la siguiente inscripción:

- Gas.
- Prohibido fumar en el local o entrar con una llama.

2.6.7.3. CONDICIONES DE VENTILACIÓN Y CONFIGURACIÓN

2.6.7.3.1. Aparatos de circuito abierto

Los aparatos de cocción son de circuito abierto, pero no es preciso que estén conectados a un conducto de evacuación de los productos de la combustión.

En cambio los aparatos para la calefacción del agua caliente sanitaria si dispondrán de un circuito estanco para evacuar las salida de los gases.

2.6.7.3.2. Entradas directas de aire

Se entiende por entradas directas de aire, bien las aberturas permanentes practicadas en paredes, puertas o ventanas o bien los conductos individuales o colectivos que comuniquen permanentemente el local con el exterior o con un patio de ventilación.

Las entradas directas de aire deben comunicar el local en el que se alojan los aparatos a gas directamente con el exterior o con un patio de ventilación.

Cuando la entrada directa de aire se efectúe a través de conductos individuales, éstos podrán ser horizontales o verticales. En el caso de conductos individuales verticales el sentido de circulación del aire podrá ser ascendente o descendente (el descendente sólo en el caso de gases menos densos que el aire) y deberá quedar asegurada la circulación, bien sea por el tiro natural o bien mediante extractor mecánico. Cuando los conductos den servicio colectivo solamente se admitirá la circulación de aire ascendente y el colector deberá ser del tipo «Shunt» invertido o similar.

Cuando los aparatos utilicen un gas que sea más denso que el aire o cuando la entrada de aire sea obligatoriamente directa, la altura de la parte superior de la abertura con relación al nivel del suelo no deberá ser mayor de 30 cm. En cualquier otro caso, no se establece altura alguna para la ubicación de la abertura de entrada de aire.

2.6.7.3.3. Evacuación de los productos de la combustión

La evacuación de los productos de la combustión se hará hacia el exterior mediante los siguientes sistemas, dependiendo del aparato y su uso:

- A través del cortatiro de un conducto de evacuación de los productos de la combustión de algún o algunos aparatos que los utilicen, siempre que la sección del conducto no sea inferior a 100 cm² y la base de la campana del cortatiro se encuentre a una altura no inferior a 1,80 m sobre el nivel del suelo y a menos de 1 m del techo.
- Mediante extractor mecánico individual instalado en la parte superior de una pared que dé al exterior, debiendo la parte inferior del mismo estar a una altura no inferior a 1,80 m sobre el nivel del suelo y a menos de 1 m del techo y quedar asegurada una sección libre de paso de 80 cm² cuando el extractor esté parado.
- Por una abertura practicada en la parte superior de una pared, puerta o ventana que dé directamente al exterior o a un patio de ventilación. El borde inferior de la abertura deberá estar a una altura no inferior a 1,80 m sobre el nivel del suelo y a menos de 1 m del techo y la sección libre total no será inferior a 100 cm².

Las aberturas para la evacuación de los productos de la combustión practicadas en las paredes, puertas o ventanas podrán protegerse con rejillas o deflectores fijos de forma que la sección libre sea la mínima establecida.

En todos los casos las aberturas para la evacuación de los productos de la combustión deberán estar situadas a más de 0,40 m de cualquier ventana u orificio de entrada de aire.

ANEXOS

La dimensión de la entrada de aire se obtendrá como una suma de dos valores. El primero de ellos se obtendrá aplicando los criterios de la tabla 2.6.5, entendiendo por gasto calorífico total instalado la suma de los gastos caloríficos totales de todos los aparatos instalados en el local y conectados a conductos de evacuación de los productos de la combustión. El segundo valor se obtendrá sumando los valores expuestos en la tabla 2.6.6, para cada uno de los aparatos existentes en el local, no conectados a conductos de evacuación de los productos de la combustión.

Gasto cal. total Instalado (GT)* kW	Sección libre de la abertura cm ²
≤ 52 (21.500 kcal/h)	≥ 30
25 a 70	≥ 70
> 70 (60.200 kcal/h)	5. (gt en 1000 kcal/h)

* Se entiende por gasto calorífico total instalado (GT) la suma de los gastos caloríficos totales de cada uno e los aparatos a gas alojados en el local.

Tabla 2.6.5. Superficie mínima de las entradas de aire.

Tipo de aparato a gas instalado	Sección libre de la abertura
Aparatos de cocción.....	≥ 70 cm ²
Aparatos de calefacción, lavadoras de ropa, lavavajillas, refrigeradores y otros aparatos domésticos de gasto calorífico total hasta 4,65 kW (4000 kcal/h).....	≥ 30 cm ²
Aparatos de calefacción de gasto calorífico total 4,65 kW (4000 kcal/h) < GT ≤ 6,97 kW (6000 kcal/h).....	≥ 45 cm ²

Tabla 2.6.6. Superficie mínima de las entradas de aire.

La entrada de aire resultará del cálculo de los siguientes apartados:

- Aparatos conectados a conductos de evacuación:

Caldera: 25.193,47 Kcal/h.

Acumulador: 33.705,93 Kcal/h.

Total: 58899,40 Kcal/h.

De la tabla 7.1, obtenemos una sección libre de la abertura ≥ 70 cm².

- Aparatos de cocción:

Cocina 3 fuegos+horno x 2u.

Cocina 2 fuegos+horno x 2u.

Plancha cromo x 2u.

Barbacoa brasa.

Marmita a gas.

Cuece pastas a gas.

De la tabla 7.2, obtenemos una sección libre de la abertura de $\geq 70 \cdot 9 = 630$ cm².

- Dimensión de la abertura de entrada de aire:

$$\text{Total} \geq 70 \text{ cm}^2 + 630 \text{ cm}^2 = 700 \text{ cm}^2.$$

La entrada de aire será mayor o igual a 700 cm². Se instalará en la cocina por su fachada principal dos entradas de aire, una en cada extremo de la cocina; con unas dimensiones de 25cm x 15cm con una abertura global de 750 cm².

La entrada de aire puede subdividirse en varias aberturas situadas en la misma o distinta pared siempre que la suma de las superficies libres sea igual, como mínimo, a la sección total exigida.

Las aberturas para la entrada de aire estarán protegidas con rejillas o deflectores fijos de forma que la sección libre sea la mínima establecida.

2.6.7.4. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE GAS

2.6.7.4.1. Dimensionado de las instalaciones receptoras de gas

Todas las tuberías, accesorios y elementos auxiliares que forman parte de las instalaciones receptoras deberán estar dimensionadas según los caudales que deben circular. Estos quedarán definidos, como mínimo, por el concepto de potencia nominal de utilización simultánea descrito en la instrucción sobre Documentación y puesta en servicio de las instalaciones receptoras de gas (Orden de 17 de diciembre de 1985 del Ministerio de Industria y Energía).

Para el cálculo de las secciones de los tubos, se tendrá en cuenta además, la velocidad de paso del gas en los mismos y la presión nominal que debe garantizarse a la entrada de los aparatos a gas que viene determinada en el Reglamento de aparatos que utilizan gas como combustible.

2.6.7.4.2. Tuberías vistas

Se considerará que una tubería es vista cuando su trayecto es visible en todo su recorrido.

Los dispositivos de sujeción deben estar situados de tal manera que quede asegurada la estabilidad y alineación de la tubería.

Las distancias mínimas de separación de una tubería vista a otras tuberías, conductos o suelo, será lo dispuesto en la tabla 2.6.7.

	Curso paralelo Centímetros	Cruce Centímetros
Conducción de agua caliente	3	1
Conducción eléctrica	3	1
Conducción de vapor	5	1
Chimeneas	5	5
Suelo	5	

Tabla 2.6.7. Distancias mínimas con otras tuberías.

2.6.7.4.3. Tuberías alojadas en vainas o conductos

Tendrán esta consideración las tuberías que discurran situadas en el interior de vainas (contratubos), o conductos (cajetines).

Será obligatoria esta modalidad de ubicación en tuberías de cobre cuando precisen protección mecánica o deban discurrir por falsos techos, huecos de elementos de la construcción o tuberías colocadas entre el pavimento y el nivel superior del forjado.

Cada vaina contendrá un solo tubo. Serán de acero cuando sirvan de protección mecánica. Los conductos podrán contener uno o varios tubos.

2.6.7.4.4. Tuberías enterradas

Se considerará que una tubería está enterrada cuando está alojada en el subsuelo. Los tramos de instalaciones receptoras enterradas en el exterior de la edificación se llevarán a cabo según los materiales, métodos constructivos y protección de las tuberías que fija el Reglamento de redes y acometidas de combustibles gaseosos en la instrucción MIG que le sea de aplicación según la presión máxima de servicio.

El tubo de gas de la instalación receptora atravesará el muro de fachada de una edificación mediante pasamuros adecuado para evitar que eventuales fugas de gas o el agua puedan pasar al interior y para su protección mecánica. Dichos pasamuros, en ausencia de normativa específica, deberán estar previamente aceptados por la empresa suministradora.

No se instalarán tuberías enterradas en el suelo del local.

2.6.7.4.5. Prescripciones específicas de diseño y construcción de tuberías

Con el fin de facilitar la accesibilidad a los posibles armarios destinados a contener los reguladores y/o contadores, cajetines de llaves, etc., se permitirá el empotramiento del tubo de alimentación a MPA en una longitud máxima de 2,50 m siempre que el material sea polietileno con una vaina para facilitar su introducción, acero o cobre, en función de dar continuidad al material utilizado en la acometida y que dicho empotramiento se lleve a cabo por la parte exterior del muro.

2.6.7.4.6. Tuberías para gas a media presión A (MPA)

Presión de utilización entre 50 y 400 mbar. Es la presión de suministro en la acometida.

Cuando tuberías para MPA deban discurrir entre el pavimento y el nivel superior del forjado por zonas que no estén al aire libre, o cuando por la naturaleza de la edificación resultara ineludible tener que pasar por un primer sótano, lo deberán hacer alojadas en el interior de una vaina metálica o conducto con sus extremos abiertos en comunicación con el exterior o con un patio de ventilación de acuerdo con lo indicado en el punto 06.2.3 de la (I.T.C.) MI-IRG06. En ambos casos, si esto no fuera posible, bastará comunicar uno sólo de dichos extremos con el exterior y el otro se mantendrá sellado mediante soldadura a la tubería de gas.

2.6.7.4.7. Tubería para gas a baja presión (BP)

Presión de utilización inferior a 50 mbar, es el caso de la instalación interior.

Se podrá admitir el paso de tuberías por un primer sótano en aquellas ocasiones en que por la naturaleza de la edificación resultara ineludible que la instalación discurriera por él. El material de la conducción en este tramo deberá ser acero con uniones soldadas o cobre unido mediante soldadura fuerte.

2.6.7.4.8. Dispositivos de corte (llaves)**1) Llave de acometida**

La llave de acometida establece el límite entre la acometida y la instalación receptora.

El emplazamiento lo decidirá la empresa suministradora de acuerdo con la propiedad, situándola próxima o en el mismo muro o límite de la propiedad, y satisfaciendo la accesibilidad grado 1 ó 2, tanto para la empresa suministradora como para los servicios públicos (bomberos, policía, etc.).

2) Llave de edificio

Estará instalada lo más cerca posible del muro de cerramiento del edificio y permite cortar el servicio de gas a éste.

La necesidad de esta llave se justifica por la importancia que puede tener el tramo comprendido entre la llave de la acometida y el edificio. Será necesaria cuando, siendo la conducción enterrada, tenga una longitud superior a 10 m o 25 m.

El emplazamiento lo determinarán la empresa instaladora y la empresa suministradora de acuerdo con la propiedad.

Su accesibilidad deberá ser para la empresa suministradora la de grado 2 ó 3.

3) Llave de abonado

La llave de abonado o de inicio de la instalación individual debe ser accesible para la empresa suministradora desde la zona común o desde el límite de la propiedad con el grado 2 y precintable con alambre y marchamo en su posición de cierre.

4) Llave de contador

Esta llave será precintable con alambre y marchamo en su posición de cierre.

5) Llave de vivienda o de local privado

El emplazamiento de esta llave deberá ser tal que el tramo anterior a la misma dentro de la vivienda o local privado resulte lo más corto posible.

6) Llave de conexión al aparato

La instalación de cada aparato deberá contar con una llave, dispuesta lo más cerca posible de él, y ubicada en el mismo recinto.

Su accesibilidad deberá satisfacer para el usuario el grado 1, y será precintable con alambre y marchamo en su posición de cierre.

7) Llave de regulador

Cada regulador, si no la lleva incorporada, deberá disponer de su propia llave, situada lo más cerca posible de él a su entrada y ubicada en el mismo recinto.

Su accesibilidad deberá satisfacer para el usuario o para la empresa suministradora, según el caso el grado 1 ó 2 y será precintable con alambre y marchamo en su posición de cierre.

2.6.7.5. REQUISITOS COMPLEMENTARIOS

2.6.7.5.1. Volumen mínimo del local donde se instalan aparatos no conectados a conductos de evacuación

El volumen bruto mínimo que se hace referencia en la I.T.C. MI-05, vendrá dado por la siguiente expresión:

Volumen (m³) = gasto calorífico total instalado en el local que contiene los aparatos no conectados expresado en 1.000 kcal/h.

Para el cálculo del volumen mínimo podemos observar la tabla 2.6.8.

Aparatos consumo gas	Unidades	Potencia total (Kcal/h)
Cocina 3 fuegos+horno	2	44711,96
Cocina 2 fuegos+horno	2	42132,42
Plancha cromo 60x45	2	13929,5
Barbacoa brasa 90x50	1	19552,88
Marmita a gas	1	15477,21
Cuece pastas a gas	1	8600
Volumen mínimo (m3)		144,40

Tabla 2.6.8. Cálculo del volumen mínimo.

Por tanto obtenemos que el volumen mínimo del recinto donde están situados los aparatos de cocción y/o preparación de alimentos será de 144,40 m³.

Todos los aparatos de cocción y/o preparación de alimentos están situados en la cocina principal, y ésta dispone de un volumen de 189,50m³ que es superior al volumen mínimo.

2.6.7.5.2. Evacuación de los productos de la combustión de aparatos de cocción y/o preparación de alimentos de gasto calorífico total superior a 30 kW (25.800 kcal/h)

La evacuación de los productos de la combustión se realizará mediante un conducto de sección adecuada que tenga su inicio en una campana colocada sobre los quemadores del aparato y que desemboque al exterior mediante:

- Un conducto individual que dé directamente al exterior a través del techo, procurando, a fin de que se consiga un correcto tiro natural, que la distancia vertical entre la base de la campana y el orificio terminal de salida del conducto sea superior a 2,5 m.

2.6.7.6. INSTALACIÓN, CONEXIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LOS APARATOS A GAS

2.6.7.6.1. Instalación de los aparatos

Los aparatos se instalarán de acuerdo con las instrucciones del fabricante, teniendo en cuenta, según sus características, lo siguiente:

a) Los aparatos conectados a un conducto de evacuación de los productos de la combustión deberán estar inmovilizados.

b) Los aparatos de circuito estanco (tipo ventosa) deberán estar fijados al muro de forma permanente.

c) La proyección vertical del quemador de cualquier aparato a gas situado a más altura que los quemadores de un aparato de cocción deberá guardar una distancia mínima de 0,40 metros con aquél, medida entre las partes más próximas de los quemadores, a no ser que entre ambos se intercale una pantalla incombustible que impida que los productos de la combustión o vapores procedentes del aparato de cocción puedan afectar al buen funcionamiento del otro aparato.

2.6.7.6.2. Conexión a la instalación receptora

Las conexiones de los aparatos a gas con la instalación receptora se realizarán, según el caso, por uno de los sistemas indicados a continuación:

a) Por tubo rígido o tubo flexible metálico, todos los aparatos fijos y en particular los siguientes:

- Aparatos de cocción, cuando deban quedar fijos.
- Aparatos fijos de calefacción.
- Aparatos de producción de agua caliente para uso sanitario o calderas de calefacción y generadores de aire caliente.

Los materiales y accesorios utilizados en la conexión entre la llave de conexión al aparato y el propio aparato tendrán las mismas características que los que pudieran emplearse en la parte correspondiente de la instalación receptora.

Las uniones mecánicas se realizarán por junta plana y rosca cilíndrica según norma UNE 19.009 o equivalente, excepto cuando en la I.T.C. específica del aparato contemplada en el Reglamento de aparatos que utilizan gas como combustible se admita otro tipo de uniones para la conexión del aparato.

b) Por tubo flexible.

Se conectarán por tubo flexible los aparatos móviles, desplazables o accionados mediante motor, y, en particular, los siguientes cuando concorra alguna de las circunstancias indicadas anteriormente:

- Aparatos de cocción.

Los materiales y accesorios utilizados en el tramo de tubería comprendido entre llave de conexión al aparato y el accesorio de unión del tubo flexible tendrán las mismas características que los que pudieran emplearse en la parte correspondiente de la instalación receptora.

El extremo de la tubería rígida a la que se conecte la tubería flexible también debe ir provista de este tipo de boquilla. En este tipo de conexiones deben utilizarse tubos flexibles normalizados según la norma UNE 53.539. Las dos boquillas de conexión y el tubo flexible de unión entre ambos deberán tener el mismo diámetro nominal. Los extremos del tubo flexible deberán sujetarse mediante abrazaderas metálicas apropiadas.

Cuando el accesorio de unión del aparato sea del tipo roscado se utilizarán conexiones flexibles de seguridad o tubos flexibles metálicos espirometálicos o a base de elastómeros con conexión mecánica cuyas características deberán cumplir los requisitos exigidos en la norma armonizada europea, norma UNE o norma de reconocido prestigio aceptada por alguno de los países de la CEE.

Los aparatos de calefacción colocados sobre un muro o pared se consideran como aparatos fijos y deberán conectarse como tales.

Los tubos flexibles de alimentación quedarán convenientemente colocados de manera que no puedan en ningún caso entrar en contacto con partes calientes del aparato, sean fácilmente accesibles y que, en modo alguno, puedan quedar bajo la acción de las llamas o de los productos de la combustión sin obstruir la evacuación de los mismos. En consecuencia, dichos tubos flexibles no podrán cruzar por detrás de los aparatos de cocción, excepto en los casos en que los aparatos dispongan de aislamiento térmico en la parte posterior y se haya certificado en los ensayos de calentamiento propios de la homologación o de la aprobación de tipo que no se superen los 30 K de sobrecalentamiento, circunstancia que el fabricante deberá hacer constar en el libro de instrucciones del aparato.

En todos los casos, la extremidad de la instalación deberá estar dispuesta de manera que permita el libre despliegue de los tubos flexibles, evitando su estrangulamiento.

La longitud de los tubos flexibles será la mínima posible y compatible con el desplazamiento necesario del aparato en ningún caso superior a 1,50 m. Cuando se trate de aparatos móviles de calefacción no podrán tener más de 0,60 m de longitud.

2.6.7.6.3. Agentes de la colocación, conexión y puesta en marcha de los aparatos

La colocación de los aparatos fijos y, en general, la conexión y puesta en marcha de los aparatos a gas deberán ser efectuadas preferentemente por una empresa instaladora, aunque la conexión por tubos flexibles y la puesta en marcha de los aparatos podrán ser efectuados también por el fabricante de los mismos, por la empresa suministradora de gas o por personas autorizadas por ellos, siguiendo, en todo caso, las indicaciones del manual de instrucciones del fabricante.

En aquellos casos en que la sencillez del aparato lo permita y el fabricante aporte las instrucciones correspondientes la conexión por tubo flexible no metálico, fijado por abrazaderas y la puesta en marcha podrá ser realizada por el propio usuario, observando en todo caso las mencionadas instrucciones.

La persona que, de acuerdo con lo anterior, realice la puesta en marcha del aparato deberá comprobar con el gas de suministro, mediante un detector de gas, con una solución de agua jabonosa o producto similar, la estanquidad de todas las uniones comprendidas entre la llave de conexión al aparato y el propio aparato.

2.6.8. PRUEBAS PARA LA ENTREGA DE LA INSTALACIÓN

2.6.8.1. GENERALIDADES

Toda instalación, deberá someterse a la correspondiente prueba de estanquidad con resultado satisfactorio.

Esta prueba se efectuará para cada parte de la instalación en función de la presión de servicio a que va a trabajar la misma, pudiéndose realizar de forma completa o por tramos y siempre antes de ocultar, enterrar o empotrar las tuberías.

Esta prueba de estanquidad será efectuada por la empresa instaladora y debe realizarse con aire o gas inerte, estando expresamente prohibido el uso de otro tipo de gas o líquido. Las empresas suministradoras comprobarán la estanquidad, al dejar la instalación en disposición de servicio, utilizando aire, gas inerte o con el gas a la presión de suministro.

Previo al inicio de la prueba de estanquidad se deberá asegurar que están cerradas las llaves que delimitan la parte de la instalación a ensayar, así como que están abiertas las llaves intermedias.

Una vez alcanzado el nivel de presión necesario para la realización de la prueba y transcurrido un tiempo prudencial para que se estabilice la temperatura, se hará la primera lectura de la presión y se empezará a contar el tiempo del ensayo.

Seguidamente se irán maniobrando las llaves intermedias para verificar su estanquidad con relación al exterior, tanto en la posición de abiertas como en la de cerradas.

En el supuesto de que la prueba de estanquidad no dé resultado satisfactorio, se localizarán las fugas utilizando detectores de gas, agua jabonosa o un producto similar y se deberá repetir la prueba una vez eliminadas las mismas.

La prueba de estanquidad no incluirá normalmente ni los conjuntos de regulación, si los hubiere, ni los contadores.

2.6.8.2. PRUEBA DE ESTANQUIDAD EN LA PARTE DE UNA INSTALACIÓN RECEPTORA A MEDIA PRESIÓN A (DE 0,05 A 0,4 BAR)

Afecta a la parte de la instalación receptora que trabaja a media presión A situada entre la llave de acometida o entre la llave de salida del regulador de M.P.B., según el caso, y el o los reguladores para media presión A.

- Si la presión máxima de servicio no supera el valor de 0,1 bar (1.000 mm . c.d.a.), la prueba de estanquidad deberá realizarse a una presión efectiva de, al menos, igual a un 150 por 100 de aquella presión máxima de servicio, la cual deberá ser verificada a través de un manómetro de escala y precisión adecuados, recomendándose se utilice uno de columna de mercurio en forma de U.
- Si la presión máxima de servicio está comprendida entre 0,1 y 0,4 bar, la prueba de estanquidad deberá realizarse a una presión efectiva de 1 bar, la cual deberá ser verificada a través de un manómetro de escala adecuada y precisión de 0,05 bar.

La estanquidad de la instalación se dará como correcta si no se observa una disminución de la presión transcurrido un período de tiempo no inferior a quince minutos desde el momento en que se efectuó la primera lectura de la presión.

2.6.8.3. PRUEBA DE ESTANQUIDAD EN LA PARTE DE UNA INSTALACIÓN RECEPTORA A BAJA PRESIÓN (HASTA 0,05 BAR)

Afecta a la parte de una instalación receptora que trabaja a baja presión situada entre la llave de acometida o entre la llave de salida del regulador de M.P.B., o entre la salida del regulador para media presión A, según el caso, y las llaves de conexión al aparato

La prueba de estanquidad deberá realizarse a una presión efectiva de, al menos, igual a 0,05 bar (500 mm. c.d.a.), la cual deberá ser verificada a través de un manómetro de columna de agua en forma de U, o cualquier otro dispositivo que cumpla el mismo fin.

La estanquidad de la instalación se dará como correcta si no se observa una disminución de la presión transcurrido un período de tiempo no inferior a diez minutos, si la longitud de la instalación a probar es inferior a 10 metros, o a quince minutos si es superior, desde el momento en que se efectuó la primera lectura de la presión.

2.6.9. PUESTA EN SERVICIO DE LA INSTALACIÓN

La empresa suministradora, una vez recibida la documentación técnica indicada en la Instrucción sobre documentación y puesta en servicio de las instalaciones receptoras de gases

combustibles (Orden de 17 de diciembre de 1985 del Ministerio de Industria y Energía), realizará la preceptiva inspección de la instalación receptora de gas.

Durante la realización de la citada inspección, la empresa suministradora comprobará que la instalación, en sus partes visibles, cumple lo previsto en las I.T.C. en lo referente tanto a tipo de materiales como a ventilación, que es estanca a la presión de suministro y que los dispositivos de maniobra funcionan correctamente. Las empresas suministradoras comprobarán la estanquidad, al dejar la instalación en disposición de servicio, utilizando aire, gas inerte o con el gas a la presión de suministro.

Obtenidos resultados favorables en todas las comprobaciones mencionadas, la empresa suministradora dejará la instalación en disposición de servicio.

Dicha operación de dejar la instalación en disposición de servicio, en el caso más general, cuando esté conectada a una red de distribución, comportará:

- El comprobar que quedan cerradas, bloqueadas y precintadas las llaves de abonado o de inicio de las instalaciones individuales que no estén terminadas o no tengan en aquel momento suscrito contrato de servicio de gas.
- El comprobar que quedan cerradas, bloqueadas y precintadas las llaves de conexión al aparato en aquellas instalaciones individuales que se dejen en disposición de servicio y que alimenten a aparatos a gas cuya puesta en marcha deba ser realizada por el fabricante del mismo o por persona autorizada por él, o por la empresa instaladora una vez adaptado el aparato al tipo de gas suministrado, o en el eventual caso de que aún no estén instalados, o no están oficialmente autorizados.

La abertura de la llave de acometida y el adecuado purgado de las instalaciones que van a quedar en carga, que en el caso más general serán: la acometida interior, la instalación común y, si se da el caso, la o las instalaciones individuales que tengan contratado el servicio de gas en aquel momento e instalado el contador.

La necesaria abertura de la llave de acometida o de la llave de edificio, en su caso, para proceder al purgado sólo podrá realizarla persona autorizada por la empresa suministradora.

La operación de purgado se deberá realizar con las precauciones necesarias, asegurándose que al darla por acabada no existe mezcla de aire-gas dentro de los límites de inflamabilidad en el interior de la instalación dejada en disposición de servicio.

2.6.10. CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE GAS

2.6.10.1. DATOS DE LA INSTALACIÓN

Tipo de gas empleado:	Gas Natural.
P.C.S del gas:	10.500,000 Kcal/m ³ .
Densidad relativa del gas:	0,620.
Tipo de instalación:	MPA.
Presión de servicio:	250,000 mbar.
Presión mínima de entrada en receptores y calderas:	16,500 mbar.
Presión mínima de entrada en suministros:	50,000 mbar.
Fluctuación de presión del gas en acometida:	2,000 %.

2.6.10.2. DETERMINACIÓN DE CAUDALES

2.6.10.2.1. Grado de gasificación

El grado de gasificación de las viviendas y de los locales destinados a usos colectivos o comerciales es la previsión de potencia simultánea máxima individual con que se quiere dotar a las mismas.

Dicho grado de gasificación de las viviendas será el que, de acuerdo con las previsiones de uso, determine el responsable del proyecto y dirección de obra, así como en su caso la petición expresa del usuario.

Se establecen los siguientes grados de gasificación:

- **Grado 1:** Se prevé una potencia simultánea máxima individual de 30KW (25800 Kcal/h).
- **Grado 2:** Se prevé una potencia simultánea máxima individual comprendida entre 30 y 70 KW (25800 y 60200 Kcal/h).
- **Grado 3:** Se prevé una potencia simultánea máxima individual superior a 70 KW (60200 Kcal/h).

En instalaciones para locales destinados a usos colectivos o comerciales en los que se instalen aparatos a gas de elevada potencia o un número elevado de ellos, la previsión de potencia simultánea máxima se determinará en cada caso concreto con la justificación del cálculo.

2.6.10.2.2. Determinación del caudal nominal de un aparato a gas

El caudal nominal de un aparato a gas depende de su gasto calorífico (G.C.) por el aparato y del poder calorífico superior (P.C.S.) del gas distribuido.

El gasto calorífico de un aparato a gas es la potencia que consume en su funcionamiento normal, que no debe confundirse con la potencia útil o nominal, que es la que entrega el aparato.

Para calcular el caudal nominal de un aparato a gas será suficiente dividir el gasto calorífico por el poder calorífico del gas suministrado.

El caudal nominal de un aparato a gas se calcula según la siguiente expresión:

$$Q_N = \frac{G.C.}{P.C.S.} \quad \text{Expresión 2.6.1.}$$

Donde:

Q_N : Caudal nominal del aparato a gas expresado en m^3/h .

G.C.: Gasto calorífico del aparato a gas referido al P.C.S. expresado en Kcal/h.

P.C.S.: Poder calorífico superior del gas expresado en Kcal/ m^3 .

2.6.10.2.3. Caudal máximo de simultaneidad de instalaciones individuales

En una instalación individual doméstica con más de dos receptores o aparatos a gas, es poco probable que todos ellos estén funcionando a su potencia nominal de forma simultánea.

A la hora de diseñar las instalaciones individuales, la acometida interior y la o las instalaciones comunes, se han de tener en cuenta los caudales máximos de simultaneidad de las instalaciones individuales domésticas, que se calcularán mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{SI} = A + B + \frac{C + D + \dots + N}{2} \quad \text{Expresión 2.6.2.}$$

Donde:

Q_{SI} : Caudal máximo de simultaneidad de instalaciones individuales.

A: Caudal del elemento de mayor consumo.

B: Caudal del 2º elemento de mayor consumo.

C,D,...,N: Caudales de los restantes elementos.

2.6.10.2.4. Caudal máximo de simultaneidad de acometidas interiores e instalaciones comunes

La determinación del caudal máximo de simultaneidad de las acometidas interiores o de las instalaciones comunes se efectuará sumando los caudales máximos de simultaneidad de cada una de los locales o viviendas existentes en el edificio susceptibles de alimentarse de la misma acometida interior o de la misma instalación común, asignando como mínimo el caudal de simultaneidad correspondiente al Grado 1 de gasificación a aquellas viviendas o locales que no esté previsto que se conecten a la instalación común por no existir instalación individual y multiplicando el resultado por un coeficiente de simultaneidad que es función del número de viviendas y del tipo de aparatos instalados, tal como se muestra:

$$Q_{SC} = S_n \cdot \sum Q_{SI} \quad \text{Expresión 2.6.3.}$$

Donde:

Q_{SC} : Caudal máximo de simultaneidad de la acometida interior o de la instalación común en m³/h.

Q_{SI} : Caudal máximo de simultaneidad de cada vivienda o local en m³/h.

S_n : Factor de simultaneidad, función del número de viviendas que alimenta la instalación común y de que estén instaladas o no calderas de calefacción.

De la tabla siguiente, se escogerá el factor de Simultaneidad S1 cuando no exista calderas de calefacción instaladas, y el factor S2 cuando sí que existan:

Nº viviendas o locales	S1	S2	Nº viviendas o locales	S1	S2
1	1.00	1.00	8	0.30	0.45
2	0.50	0.70	9	0.25	0.45
3	0.40	0.60	10	0.25	0.45
4	0.40	0.55	15	0.20	0.40
5	0.40	0.50	25	0.20	0.40
6	0.30	0.50	40	0.15	0.40
7	0.30	0.50	50	0.15	0.35

Tabla 2.6.9. Factor de simultaneidad en función del nº de viviendas o locales.

En el caso particular que nos ocupa, disponemos de un edificio destinado completamente a las funciones de local de restauración, además, para la producción de agua caliente sanitaria hay instalada una caldera a gas. De la tabla 2.6.9 podemos observar que el grado de simultaneidad de la instalación receptora de gas será 1.

2.6.10.3. POTENCIA NOMINAL DE UTILIZACIÓN SIMULTÁNEA

La determinación de la potencia nominal de utilización simultánea de una acometida interior, de una instalación común, o de una instalación individual, se realiza multiplicando el caudal máximo de simultaneidad de la acometida interior, de la instalación común o de la instalación individual, según el caso, en m³/h por el poder calorífico superior del gas.

La potencia nominal de utilización simultánea de una acometida interior o de una instalación común sería:

$$P_{NSC} = Q_{SC} \cdot P.C.S. \quad \text{Expresión 2.6.4.}$$

Donde:

P_{NSC} : Potencia nominal de utilización simultánea de la acometida interior o de la instalación común, según el caso.

Q_{sc} : Caudal máximo de simultaneidad de la acometida interior o de la instalación común, según el caso.

PCS : Poder calorífico superior del gas distribuido.

Y la potencia nominal de utilización simultánea de una instalación individual sería:

$$P_{nsi} = Q_{si} \cdot PCS \quad \text{Expresión 2.6.5.}$$

Donde:

P_{nsi} : Potencia nominal de utilización simultánea de la instalación individual.

Q_{si} : Caudal máximo de simultaneidad de la instalación individual.

2.6.10.4. LONGITUD EQUIVALENTE DE LA INSTALACIÓN

Al circular un gas por una conducción se produce una disminución de su presión, llamada pérdida de carga, que es debida en primer lugar por el roce del gas con las paredes de la canalización y en segundo lugar por el roce de los diversos accesorios de la misma, como son codos, curvas, te, ... etc.

Para determinar la longitud equivalente en accesorios, utilizamos la relación L/D (longitud equivalente/diámetro interior). Para cada tipo de accesorio consideramos las siguientes relaciones L/D :

Accesorio	L/D
Codo a 90°	30
Codo a 45°	16
Curva a 180°	50
Curva a 90°	20
Curva a 45°	8
Te Paso directo	20
Te Derivación	60

2.6.10.5. CÁLCULO DE PERDIDA DE CARGA

2.6.10.5.1. Pérdida de carga en tramos de tubería

Para la determinación de las pérdidas de carga en un tramo de instalación se utiliza la fórmula de Renouard.

La fórmula de Renouard con sus condiciones, son las siguientes:

$$P_1^2 - P_2^2 = 51,5 \cdot dr \cdot L_E \cdot \frac{Q^{1,82}}{D^{4,82}} \quad \text{Expresión 2.6.6.}$$

Donde:

P_1 : Presión absoluta (relativa más la atmosférica) al inicio del tramo de tubería en bar.

P_2 : Presión absoluta (relativa más la atmosférica) al final del tramo de tubería en bar.

dr : Densidad relativa del gas.

L_E : Longitud equivalente del tramo en m.

Q : Caudal en m^3/h .

D : Diámetro interior de la conducción en mm.

Se ha de tener en cuenta que esta ecuación solo es válida, siempre y cuando la velocidad del gas dentro del tramo no supere los 20 m/s.

2.6.10.5.2. Empuje por Desnivel

La variación de la presión que experimenta el gas cuando cambia de cota debido a su diferente densidad respecto del aire, se puede calcular aplicando la siguiente expresión:

$$e = 0,1268 \cdot \left(\frac{\rho_g}{\rho_a} - 1 \right) = 0,1268 \cdot (d_g - 1) \quad \text{Expresión 2.6.7.}$$

$$E = e_{mbar/m} \cdot H_m \quad \text{Expresión 2.6.8.}$$

Donde:

e : Empuje por desnivel en mbar/m.

d_g : Densidad relativa del gas = ρ_g/ρ_a .

ρ_a : masa en volumen del aire.

ρ_g : masa en volumen del gas.

E : Empuje por desnivel en mbar.

H : Altura del tramo m.

2.6.10.5.3. Pérdida de carga en válvulas

La pérdida de carga en válvula se puede calcular mediante la ecuación:

$$\Delta p = \frac{1/2 \cdot K_p \cdot \rho \cdot V^2}{10^2} \quad \text{Expresión 2.6.9.}$$

Donde:

Δp : Pérdida de carga en válvula.

K_p : Coeficiente específico de la válvula.

ρ : Masa en volumen del gas.

V : Velocidad del gas.

2.6.10.6. CÁLCULO DE VELOCIDAD DEL GAS

Para calcular la velocidad máxima del gas dentro de un tramo de la conducción se aplicará la siguiente ecuación:

$$V = 378,04 \cdot \frac{Q}{P \cdot D^2} \quad \text{Expresión 2.6.10.}$$

Donde:

V : Velocidad del gas en m/s.

Q : Caudal en m³/h.

P : Presión absoluta al final del tramo en bar.

D : Diámetro interior de la conducción en mm.

2.6.10.7. CÁLCULO DE DIÁMETROS

Para el cálculo del diámetro de tubería a instalar en el tramo en estudio, lo podemos obtener a partir de las ecuaciones anteriores.

2.6.10.7.1. Pérdida de carga máxima

Este cálculo de diámetro, se obtiene a partir de la ecuación cuadrática de Renouard, donde hemos de conocer la pérdida de presión máxima y la presión al inicio del tramo (P_1), donde tendremos:

$$\Delta p = P_1 - P_2 \rightarrow P_2 = P_1 - \Delta p \quad \text{Expresión 2.6.11.}$$

Una vez que conocemos el valor de P_2 , podemos obtener el valor del diámetro, según la ecuación:

$$D = \left(51,5 \cdot dr \cdot L_E \frac{Q^{1,82}}{P_1^2 - P_2^2} \right)^{\frac{1}{4,82}} \quad \text{Expresión 2.6.12.}$$

Donde:

Δp : Pérdida de presión.

P_1 : Presión absoluta (relativa más la atmosférica) al inicio del tramo de tubería.

P_2 : Presión absoluta (relativa más la atmosférica) al final del tramo de tubería.

ρ_r : Densidad relativa del gas.

L_E : Longitud equivalente del tramo en m.

Q : Caudal en m^3/h .

D : Diámetro interior de la conducción en mm.

2.6.10.7.2. Velocidad máxima

Este cálculo del diámetro se obtiene a partir de la velocidad máxima según la siguiente ecuación:

$$D = \left(378,04 \cdot \frac{Q}{P \cdot V} \right)^2 \quad \text{Expresión 2.6.13.}$$

Donde:

V : Velocidad del gas en m/s.

Q : Caudal en m^3/h .

P : Presión absoluta al final del tramo en bar.

D : Diámetro interior de la conducción en mm.

2.6.11. RESULTADOS DEL CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN

2.6.11.1. RESULTADO DEL CÁLCULO EN TRAMOS Y VÁLVULAS

2.6.11.1.1. Acometida [1]

Tramo: Tubería acometida [1-2]

Datos de cálculo:

Longitud real: 1,600 m.

Presión en el inicio: 250,000 mbar.

Caudal: 14,756 m^3/h .

La longitud equivalente es la longitud real más la debida a causa de los elementos en la tubería (0,000m):

$L_{eq} = 1,600m$.

Diámetro mínimo fijado 10,000 mm.

Diámetro calculado por velocidad máxima: 19,284 mm.

Diámetro calculado por Δp máxima (0,800 mbar/m): 20,535 mm.

Diámetro comercial por exceso: Polietileno PN4BAR - ISO4437 ϕ DN32.

ANEXOS

Empuje por desnivel en el tramo de tubería:

Empuje = 0,000 mbar.

La pérdida de carga final con este diámetro aplicando la fórmula de Renouard es:

$\Delta p = 0,410$ mbar.

Pérdida de carga resultante en el tramo de tubería:

$\Delta p_{\text{TRAMO}} = 0,410$ mbar.

La velocidad del gas por la tubería es:

$V_{\text{gas}} = 6,532$ m/s.

Válvula llave de acometida [2-3]

Datos de cálculo:

Coefficiente de la válvula:	0,500
Masa en volumen del gas:	0,802 Kg/m ³ .
Velocidad del gas:	5,927 m/s.

La pérdida de carga en la válvula será:

$\Delta p = 0,5 \cdot K_p \cdot \rho \cdot V^2 \cdot 10^{-2} = 0,070$ mbar.

Tramo: Tubería principal [3-4]

Datos de cálculo:

Longitud real:	8,395 m.
Presión en el inicio:	249,519 mbar.
Caudal:	14,756 m ³ /h.

La longitud equivalente es la longitud real más la debida a causa de los elementos en la tubería (0,000m):

$Leq = 8,395$ m.

Diámetro mínimo fijado	10,000 mm.
Diámetro calculado por velocidad máxima:	19,288 mm.
Diámetro calculado por Δp máxima (0,800 mbar/m):	20,537 mm.

Diámetro comercial por exceso: Polietileno PN4BAR - ISO4437 ϕ DN32.

Empuje por desnivel en el tramo de tubería:

Empuje = 0,000 mbar.

La pérdida de carga final con este diámetro aplicando la fórmula de Renouard es:

$\Delta p = 2,154$ mbar.

Pérdida de carga resultante en el tramo de tubería:

$\Delta p_{\text{TRAMO}} = 2,154$ mbar.

La velocidad del gas por la tubería es:

$V_{\text{gas}} = 6,535$ m/s.

2.6.11.1.2. Llave de suministro [4-5]

Tramo: Tubería tramo 1-0 [6-7]

Datos de cálculo:

Longitud real:	2,000 m.
Presión en el inicio:	247,365 mbar.
Caudal:	14,756 m ³ /h.

La longitud equivalente es la longitud real más la debida a causa de los elementos en la tubería (1,500m):

$Leq = 3,500$ m.

Diámetro mínimo fijado	10,000 mm.
Diámetro calculado por velocidad máxima:	19,305 mm.
Diámetro calculado por Δp máxima (0,800 mbar/m):	20,544 mm.
Diámetro comercial por exceso:	Cobre UNE-37.141 ϕ 25x28.

Empuje por desnivel en el tramo de tubería:

Empuje = -0,087 mbar.

La pérdida de carga final con este diámetro aplicando la fórmula de Renouard es:

$$\Delta p = 1,087 \text{ mbar.}$$

Pérdida de carga resultante en el tramo de tubería:

$$\Delta p_{\text{TRAMO}} = 1,000 \text{ mbar.}$$

La velocidad del gas por la tubería es:

$$V_{\text{gas}} = 7,080 \text{ m/s.}$$

Válvula llave regulador [7-8]

Datos de cálculo:

Coeficiente de la válvula:	1,300
Masa en volumen del gas:	0,802 Kg/m ³ .
Velocidad del gas:	5,942 m/s.

La pérdida de carga en la válvula será:

$$\Delta p = 0,5 \cdot K_p \cdot \rho \cdot V^2 \cdot 10^{-2} = 0,184 \text{ mbar.}$$

Regulador de presión [9-10]

Presión de salida: 45mbar.

Llave entrada contador [11-12]

Datos de cálculo:

Coeficiente de la válvula:	1,300
Masa en volumen del gas:	0,802 Kg/m ³ .
Velocidad del gas:	7,073 m/s.

La pérdida de carga en la válvula será:

$$\Delta p = 0,5 \cdot K_p \cdot \rho \cdot V^2 \cdot 10^{-2} = 0,261 \text{ mbar.}$$

Llave del local [14-15]

Datos de cálculo:

Coeficiente de la válvula:	1,300
Masa en volumen del gas:	0,802 Kg/m ³ .

ANEXOS

Velocidad del gas: 7,075 m/s.

La pérdida de carga en la válvula será:

$$\Delta p = 0,5 \cdot K_p \cdot \rho \cdot V^2 \cdot 10^{-2} = 0,261 \text{ mbar.}$$

Tramo: Tubería tramo 1-1 [15-16]

Datos de cálculo:

Longitud real: 1,400 m.
Presión en el inicio: 44,479 mbar.
Caudal: 14,756 m³/h.

La longitud equivalente es la longitud real más la debida a causa de los elementos en la tubería (3,000m):

$$L_{eq} = 4,400\text{m.}$$

Diámetro mínimo fijado 10,000 mm.
Diámetro calculado por velocidad máxima: 21,096 mm.
Diámetro calculado por Δp máxima (0,800 mbar/m): 21,306 mm.
Diámetro comercial por exceso: Cobre UNE-37.141 ϕ 25x28.

Empuje por desnivel en el tramo de tubería:

$$\text{Empuje} = 0,000 \text{ mbar.}$$

La pérdida de carga final con este diámetro aplicando la fórmula de Renouard es:

$$\Delta p = 1,628 \text{ mbar.}$$

Pérdida de carga resultante en el tramo de tubería:

$$\Delta p_{\text{TRAMO}} = 1,628 \text{ mbar.}$$

La velocidad del gas por la tubería es:

$$V_{\text{gas}} = 8,438 \text{ m/s.}$$

Tramo: Tubería tramo1-2 [17-18]

Datos de cálculo:

ANEXOS

Longitud real: 13,431 m.
Presión en el inicio: 42,850 mbar.
Caudal: 14,756 m³/h.

La longitud equivalente es la longitud real más la debida a causa de los elementos en la tubería (3,250m):

$$Leq = 16,681m.$$

Diámetro mínimo fijado	10,000 mm.
Diámetro calculado por velocidad máxima:	21,113 mm.
Diámetro calculado por Δp máxima (0,800 mbar/m):	21,313 mm.
Diámetro comercial por exceso:	Cobre UNE-37.141 ϕ 25x28.

Empuje por desnivel en el tramo de tubería:

$$\text{Empuje} = -0,145 \text{ mbar.}$$

La pérdida de carga final con este diámetro aplicando la fórmula de Renouard es:

$$\Delta p = 6,183 \text{ mbar.}$$

Pérdida de carga resultante en el tramo de tubería:

$$\Delta p_{\text{TRAMO}} = 6,039 \text{ mbar}$$

La velocidad del gas por la tubería es:

$$V_{\text{gas}} = 8,451 \text{ m/s}$$

Tramo: Tubería tramo 1-3 [18-19]

Datos de cálculo:

Longitud real: 0,944 m.
Presión en el inicio: 36,812 mbar.
Caudal: 6,092 m³/h.

La longitud equivalente es la longitud real más la debida a causa de los elementos en la tubería (0,960m):

$$Leq = 1,904m.$$

Diámetro mínimo fijado	10,000 mm.
------------------------	------------

ANEXOS

Diámetro calculado por velocidad máxima: 13,606 mm.
Diámetro calculado por Δp máxima (0,800 mbar/m): 15,279 mm.
Diámetro comercial por exceso: Cobre UNE-37.141 ϕ 16x18.

Empuje por desnivel en el tramo de tubería:

Empuje = 0,000 mbar.

La pérdida de carga final con este diámetro aplicando la fórmula de Renouard es:

$\Delta p = 1,220$ mbar.

Pérdida de carga resultante en el tramo de tubería:

$\Delta p_{\text{TRAMO}} = 1,220$ mbar.

La velocidad del gas por la tubería es:

$V_{\text{gas}} = 8,568$ m/s

Tramo: Tubería tramo 3-2 [19-20]

Datos de cálculo:

Longitud real: 3,590 m.
Presión en el inicio: 35,592 mbar.
Caudal: 2,526 m³/h.

La longitud equivalente es la longitud real más la debida a causa de los elementos en la tubería (1,300m):

$L_{\text{eq}} = 4,890$ m.

Diámetro mínimo fijado 10,000 mm.
Diámetro calculado por velocidad máxima: 8,765 mm.
Diámetro calculado por Δp máxima (0,800 mbar/m): 10,960 mm.
Diámetro comercial por exceso: Cobre UNE-37.141 ϕ 13x15.

Empuje por desnivel en el tramo de tubería:

Empuje = 0,000 mbar.

La pérdida de carga final con este diámetro aplicando la fórmula de Renouard es:

$$\Delta p = 1,718 \text{ mbar.}$$

Pérdida de carga resultante en el tramo de tubería:

$$\Delta p_{\text{TRAMO}} = 1,718 \text{ mbar.}$$

La velocidad del gas por la tubería es:

$$V_{\text{gas}} = 5,387 \text{ m/s}$$

Válvula caldera [20-21]

Datos de cálculo:

Coeficiente de la válvula:	1,300
Masa en volumen del gas:	0,802 Kg/m ³ .
Velocidad del gas:	3,518 m/s.

La pérdida de carga en la válvula será:

$$\Delta p = 0,5 \cdot K_p \cdot \rho \cdot V^2 \cdot 10^{-2} = 0,064 \text{ mbar.}$$

Tramo: Tubería tramo 3-1 [19-22]

Datos de cálculo:

Longitud real:	1,600 m.
Presión en el inicio:	35,592 mbar.
Caudal:	3,567 m ³ /h.

La longitud equivalente es la longitud real más la debida a causa de los elementos en la tubería (0,260m):

$$L_{\text{eq}} = 1,860 \text{ m.}$$

Diámetro mínimo fijado	10,000 mm.
Diámetro calculado por velocidad máxima:	10,416 mm.
Diámetro calculado por Δp máxima (0,800 mbar/m):	12,486 mm.
Diámetro comercial por exceso:	Cobre UNE-37.141 ϕ 13x15

Empuje por desnivel en el tramo de tubería:

$$\text{Empuje} = 0,000 \text{ mbar.}$$

La pérdida de carga final con este diámetro aplicando la fórmula de Renouard es:

$$\Delta p = 1,225 \text{ mbar.}$$

Pérdida de carga resultante en el tramo de tubería:

$$\Delta p_{\text{TRAMO}} = 1,225 \text{ mbar.}$$

La velocidad del gas por la tubería es:

$$V_{\text{gas}} = 7,607 \text{ m/s.}$$

Válvula acumulador [22-23]

Datos de cálculo:

Coefficiente de la válvula:	1,300
Masa en volumen del gas:	0,802 Kg/m ³ .
Velocidad del gas:	4,965 m/s.

La pérdida de carga en la válvula será:

$$\Delta p = 0,5 \cdot K_p \cdot \rho \cdot V^2 \cdot 10^{-2} = 0,128 \text{ mbar.}$$

Tramo: Tubería tramo 1-4 [18-24]

Datos de cálculo:

Longitud real:	2,310 m.
Presión en el inicio:	36,812 mbar.
Caudal:	11,257 m ³ /h.

La longitud equivalente es la longitud real más la debida a causa de los elementos en la tubería (0,400m):

$$L_{eq} = 2,710 \text{ m.}$$

Diámetro mínimo fijado	10,000 mm.
Diámetro calculado por velocidad máxima:	18,494 mm.
Diámetro calculado por Δp máxima (0,800 mbar/m):	19,265 mm.
Diámetro comercial por exceso:	Cobre UNE-37.141 ϕ 20x22.

Empuje por desnivel en el tramo de tubería:

Empuje = 0,000 mbar.

La pérdida de carga final con este diámetro aplicando la fórmula de Renouard es:

$\Delta p = 1,810$ mbar.

Pérdida de carga resultante en el tramo de tubería:

$\Delta p_{\text{TRAMO}} = 1,810$ mbar.

La velocidad del gas por la tubería es:

$V_{\text{gas}} = 10,132$ m/s.

Tramo: Tubería tramo 4-3 <68> [24-25]

Datos de cálculo:

Longitud real: 0,700 m.
Presión en el inicio: 35,002 mbar.
Caudal: 9,824 m³/h.

La longitud equivalente es la longitud real más la debida a causa de los elementos en la tubería (0,380m):

$L_{eq} = 1,080$ m.

Diámetro mínimo fijado	10,000 mm.
Diámetro calculado por velocidad máxima:	17,292 mm.
Diámetro calculado por Δp máxima (0,800 mbar/m):	18,306 mm.
Diámetro comercial por exceso:	Cobre UNE-37.141 ϕ 19x22.

Empuje por desnivel en el tramo de tubería:

Empuje = 0,000 mbar.

La pérdida de carga final con este diámetro aplicando la fórmula de Renouard es:

$\Delta p = 0,722$ mbar.

Pérdida de carga resultante en el tramo de tubería:

$\Delta p_{\text{TRAMO}} = 0,722$ mbar.

La velocidad del gas por la tubería es:

$$V_{\text{gas}} = 9,814 \text{ m/s.}$$

Tramo: Tubería tramo 4-6 [25-26]

Datos de cálculo:

Longitud real: 0,900 m.
Presión en el inicio: 34,279 mbar.
Caudal: 7,316 m³/h.

La longitud equivalente es la longitud real más la debida a causa de los elementos en la tubería (0,380m):

$$L_{\text{eq}} = 1,280\text{m.}$$

Diámetro mínimo fijado	10,000 mm.
Diámetro calculado por velocidad máxima:	14,928 mm.
Diámetro calculado por Δp máxima (0,800 mbar/m):	16,380 mm.
Diámetro comercial por exceso:	Cobre UNE-37.141 ϕ 19x22.

Empuje por desnivel en el tramo de tubería:

$$\text{Empuje} = 0,000 \text{ mbar.}$$

La pérdida de carga final con este diámetro aplicando la fórmula de Renouard es:

$$\Delta p = 0,501 \text{ mbar.}$$

Pérdida de carga resultante en el tramo de tubería:

$$\Delta p_{\text{TRAMO}} = 0,501 \text{ mbar.}$$

La velocidad del gas por la tubería es:

$$V_{\text{gas}} = 7,314 \text{ m/s.}$$

Tramo: Tubería tramo 4-9 [26-27]

Datos de cálculo:

Longitud real: 1,000 m.
Presión en el inicio: 33,779 mbar.

ANEXOS

Caudal: 6,487 m³/h.

La longitud equivalente es la longitud real más la debida a causa de los elementos en la tubería (0,960m):

Leq = 1,960m.

Diámetro mínimo fijado	10,000 mm.
Diámetro calculado por velocidad máxima:	14,060 mm.
Diámetro calculado por Δp máxima (0,800 mbar/m):	15,655 mm.
Diámetro comercial por exceso:	Cobre UNE-37.141 ϕ 16x18.

Empuje por desnivel en el tramo de tubería:

Empuje = 0,000 mbar.

La pérdida de carga final con este diámetro aplicando la fórmula de Renouard es:

$\Delta p = 1,411$ mbar.

Pérdida de carga resultante en el tramo de tubería:

$\Delta p_{\text{TRAMO}} = 1,411$ mbar.

La velocidad del gas por la tubería es:

V_{gas} = 9,149 m/s.

Tramo: Tubería tramo 4-11 [27-28]

Datos de cálculo:

Longitud real:	0,150 m.
Presión en el inicio:	32,367 mbar.
Caudal:	4,989 m ³ /h.

La longitud equivalente es la longitud real más la debida a causa de los elementos en la tubería (0,960m):

Leq = 1,110m.

Diámetro mínimo fijado	10,000 mm.
Diámetro calculado por velocidad máxima:	12,339 mm.
Diámetro calculado por Δp máxima (0,800 mbar/m):	14,181 mm.

Diámetro comercial por exceso: Cobre UNE-37.141 ϕ 16x18.

Empuje por desnivel en el tramo de tubería:

Empuje = 0,000 mbar.

La pérdida de carga final con este diámetro aplicando la fórmula de Renouard es:

$\Delta p = 0,496$ mbar.

Pérdida de carga resultante en el tramo de tubería:

$\Delta p_{\text{TRAMO}} = 0,496$ mbar.

La velocidad del gas por la tubería es:

$V_{\text{gas}} = 7,046$ m/s.

Tramo: Tubería tramo 4-13 [28-29]

Datos de cálculo:

Longitud real: 2,750 m.
Presión en el inicio: 31,871 mbar.
Caudal: 2,328 m³/h.

La longitud equivalente es la longitud real más la debida a causa de los elementos en la tubería (0,260m):

$L_{eq} = 3,010$ m.

Diámetro mínimo fijado 10,000 mm.
Diámetro calculado por velocidad máxima: 8,430 mm.
Diámetro calculado por Δp máxima (0,800 mbar/m): 10,635 mm.
Diámetro comercial por exceso: Cobre UNE-37.141 ϕ 13x15.

Empuje por desnivel en el tramo de tubería:

Empuje = 0,000 mbar.

La pérdida de carga final con este diámetro aplicando la fórmula de Renouard es:

$\Delta p = 0,915$ mbar.

ANEXOS

Pérdida de carga resultante en el tramo de tubería:

$$\Delta P_{\text{TRAMO}} = 0,915 \text{ mbar.}$$

La velocidad del gas por la tubería es:

$$V_{\text{gas}} = 4,982 \text{ m/s.}$$

Válvula barbacoa [29-30]

Datos de cálculo:

Coeficiente de la válvula:	1,300
Masa en volumen del gas:	0,802 Kg/m ³ .
Velocidad del gas:	3,251 m/s.

La pérdida de carga en la válvula será:

$$\Delta p = 0,5 \cdot K_p \cdot \rho \cdot V^2 \cdot 10^{-2} = 0,055 \text{ mbar.}$$

Tramo: Tubería tramo 4-12 [28-31]

Datos de cálculo:

Longitud real:	0,600 m.
Presión en el inicio:	31,871 mbar.
Caudal:	2,661 m ³ /h.

La longitud equivalente es la longitud real más la debida a causa de los elementos en la tubería (0,260m):

$$L_{eq} = 0,860 \text{ m.}$$

Diámetro mínimo fijado	10,000 mm.
Diámetro calculado por velocidad máxima:	9,014 mm.
Diámetro calculado por Δp máxima (0,800 mbar/m):	11,187 mm.
Diámetro comercial por exceso:	Cobre UNE-37.141 ϕ 13x15.

Empuje por desnivel en el tramo de tubería:

$$\text{Empuje} = 0,000 \text{ mbar.}$$

La pérdida de carga final con este diámetro aplicando la fórmula de Renouard es:

$$\Delta p = 0,333 \text{ mbar.}$$

Pérdida de carga resultante en el tramo de tubería:

$$\Delta p_{\text{TRAMO}} = 0,333 \text{ mbar.}$$

La velocidad del gas por la tubería es:

$$V_{\text{gas}} = 5,696 \text{ m/s.}$$

Válvula cocina1 [31-32]

Datos de cálculo:

Coeficiente de la válvula:	1,300	
Masa en volumen del gas:	0,802	Kg/m ³ .
Velocidad del gas:	3,715	m/s.

La pérdida de carga en la válvula será:

$$\Delta p = 0,5 \cdot K_p \cdot \rho \cdot V^2 \cdot 10^{-2} = 0,072 \text{ mbar.}$$

Tramo: Tubería tramo 4-10 [27-33]

Datos de cálculo:

Longitud real:	0,750	m.
Presión en el inicio:	32,367	mbar.
Caudal:	2,661	m ³ /h.

La longitud equivalente es la longitud real más la debida a causa de los elementos en la tubería (0,520m):

$$L_{eq} = 1,270 \text{ m.}$$

Diámetro mínimo fijado	10,000 mm.
Diámetro calculado por velocidad máxima:	9,012 mm.
Diámetro calculado por Δp máxima (0,800 mbar/m):	11,186 mm.
Diámetro comercial por exceso:	Cobre UNE-37.141 ϕ 13x15

Empuje por desnivel en el tramo de tubería:

$$\text{Empuje} = 0,000 \text{ mbar.}$$

La pérdida de carga final con este diámetro aplicando la fórmula de Renouard es:

$$\Delta p = 0,492 \text{ mbar.}$$

Pérdida de carga resultante en el tramo de tubería:

$$\Delta p_{\text{TRAMO}} = 0,492 \text{ mbar.}$$

La velocidad del gas por la tubería es:

$$V_{\text{gas}} = 5,694 \text{ m/s.}$$

Válvula cocina2 [34-33]

Datos de cálculo:

Coeficiente de la válvula:	1,300	
Masa en volumen del gas:	0,802	Kg/m ³ .
Velocidad del gas:	3,714	m/s.

La pérdida de carga en la válvula será:

$$\Delta p = 0,5 \cdot K_p \cdot \rho \cdot V^2 \cdot 10^{-2} = 0,072 \text{ mbar.}$$

Tramo: Tubería tramo 4-7 [26-35]

Datos de cálculo:

Longitud real:	0,750	m.
Presión en el inicio:	33,779	mbar.
Caudal:	0,829	m ³ /h.

La longitud equivalente es la longitud real más la debida a causa de los elementos en la tubería (0,400m):

$$L_{eq} = 1,150 \text{ m.}$$

Diámetro mínimo fijado	10,000 mm.
Diámetro calculado por velocidad máxima:	5,027 mm.
Diámetro calculado por Δp máxima (0,800 mbar/m):	7,199 mm.
Diámetro comercial por exceso:	Cobre UNE-37.141 ϕ 10x12.

Empuje por desnivel en el tramo de tubería:

Empuje = 0,000 mbar.

La pérdida de carga final con este diámetro aplicando la fórmula de Renouard es:

$\Delta p = 0,189$ mbar.

Pérdida de carga resultante en el tramo de tubería:

$\Delta p_{\text{TRAMO}} = 0,189$ mbar.

La velocidad del gas por la tubería es:

$V_{\text{gas}} = 2,994$ m/s.

Válvula plancha2 [36-35]

Datos de cálculo:

Coefficiente de la válvula:	1,300
Masa en volumen del gas:	0,802 Kg/m ³ .
Velocidad del gas:	1,886 m/s.

La pérdida de carga en la válvula será:

$\Delta p = 0,5 \cdot K_p \cdot \rho \cdot V^2 \cdot 10^{-2} = 0,019$ mbar.

Tramo: Tubería tramo 4-8 [26-37]

Datos de cálculo:

Longitud real:	0,750 m.
Presión en el inicio:	33,779 mbar.
Caudal:	0,829 m ³ /h.

La longitud equivalente es la longitud real más la debida a causa de los elementos en la tubería (0,400m):

$L_{eq} = 1,150$ m.

Diámetro mínimo fijado	10,000 mm.
Diámetro calculado por velocidad máxima:	5,027 mm.
Diámetro calculado por Δp máxima (0,800 mbar/m):	7,199 mm.
Diámetro comercial por exceso:	Cobre UNE-37.141 ϕ 10x12.

ANEXOS

Empuje por desnivel en el tramo de tubería:

Empuje = 0,000 mbar.

La pérdida de carga final con este diámetro aplicando la fórmula de Renouard es:

$\Delta p = 0,189$ mbar.

Pérdida de carga resultante en el tramo de tubería:

$\Delta p_{\text{TRAMO}} = 0,189$ mbar.

La velocidad del gas por la tubería es:

$V_{\text{gas}} = 2,994$ m/s.

Válvula plancha1 [37-38]

Datos de cálculo:

Coefficiente de la válvula:	1,300
Masa en volumen del gas:	0,802 Kg/m ³ .
Velocidad del gas:	1,886 m/s.

La pérdida de carga en la válvula será:

$\Delta p = 0,5 \cdot K_p \cdot \rho \cdot V^2 \cdot 10^{-2} = 0,019$ mbar.

Tramo: Tubería tramo 4-4 [25-39]

Datos de cálculo:

Longitud real:	0,750 m.
Presión en el inicio:	34,279 mbar.
Caudal:	2,508 m ³ /h.

La longitud equivalente es la longitud real más la debida a causa de los elementos en la tubería (0,520m):

$Leq = 1,270$ m.

Diámetro mínimo fijado	10,000 mm.
Diámetro calculado por velocidad máxima:	8,740 mm.
Diámetro calculado por Δp máxima (0,800 mbar/m):	10,934 mm.

ANEXOS

Diámetro comercial por exceso: Cobre UNE-37.141 ϕ 13x15.

Empuje por desnivel en el tramo de tubería:

Empuje = 0,000 mbar.

La pérdida de carga final con este diámetro aplicando la fórmula de Renouard es:

$\Delta p = 0,441$ mbar.

Pérdida de carga resultante en el tramo de tubería:

$\Delta p_{\text{TRAMO}} = 0,441$ mbar.

La velocidad del gas por la tubería es:

$V_{\text{gas}} = 5,355$ m/s.

Válvula cocina3 [40-39]

Datos de cálculo:

Coeficiente de la válvula:	1,300	
Masa en volumen del gas:	0,802	Kg/m ³ .
Velocidad del gas:	3,493	m/s.

La pérdida de carga en la válvula será:

$\Delta p = 0,5 \cdot K_p \cdot \rho \cdot V^2 \cdot 10^{-2} = 0,064$ mbar.

Tramo: Tubería tramo 4-5 [25-41]

Datos de cálculo:

Longitud real:	0,750	m.
Presión en el inicio:	34,279	mbar.
Caudal:	2,508	m ³ /h.

La longitud equivalente es la longitud real más la debida a causa de los elementos en la tubería (0,520m):

$L_{eq} = 1,270$ m.

Diámetro mínimo fijado 10,000 mm.

ANEXOS

Diámetro calculado por velocidad máxima: 8,740 mm.
 Diámetro calculado por Δp máxima (0,800 mbar/m): 10,934 mm.
 Diámetro comercial por exceso: Cobre UNE-37.141 ϕ 13x15.

Empuje por desnivel en el tramo de tubería:

Empuje = 0,000 mbar.

La pérdida de carga final con este diámetro aplicando la fórmula de Renouard es:

$\Delta p = 0,441$ mbar.

Pérdida de carga resultante en el tramo de tubería:

$\Delta p_{\text{TRAMO}} = 0,441$ mbar.

La velocidad del gas por la tubería es:

$V_{\text{gas}} = 5,355$ m/s.

Válvula cocina4 [41-42]

Datos de cálculo:

Coeficiente de la válvula: 1,300
 Masa en volumen del gas: 0,802 Kg/m³.
 Velocidad del gas: 3,493 m/s.

La pérdida de carga en la válvula será:

$\Delta p = 0,5 \cdot K_p \cdot \rho \cdot V^2 \cdot 10^{-2} = 0,064$ mbar.

Tramo: Tubería tramo 4-1 <69> [24-43]

Datos de cálculo:

Longitud real: 0,750 m.
 Presión en el inicio: 35,002 mbar.
 Caudal: 1,843 m³/h.

La longitud equivalente es la longitud real más la debida a causa de los elementos en la tubería (0,400m):

$Leq = 1,150$ m.

Diámetro mínimo fijado	10,000 mm.
Diámetro calculado por velocidad máxima:	7,489 mm.
Diámetro calculado por Δp máxima (0,800 mbar/m):	9,731 mm.
Diámetro comercial por exceso:	Cobre UNE-37.141 ϕ 10x12-

Empuje por desnivel en el tramo de tubería:

Empuje = 0,000 mbar.

La pérdida de carga final con este diámetro aplicando la fórmula de Renouard es:

$\Delta p = 0,806$ mbar

Pérdida de carga resultante en el tramo de tubería:

$\Delta p_{\text{TRAMO}} = 0,806$ mbar.

La velocidad del gas por la tubería es:

$V_{\text{gas}} = 6,645$ m/s.

Válvula Marmita<28> [44-43]

Datos de cálculo:

Coeficiente de la válvula:	1,300
Masa en volumen del gas:	0,802 Kg/m ³ .
Velocidad del gas:	4,189 m/s.

La pérdida de carga en la válvula será:

$\Delta p = 0,5 \cdot K_p \cdot \rho \cdot V^2 \cdot 10^{-2} = 0,091$ mbar.

Tramo: Tubería tramo 4-2<70> [24-45]

Datos de cálculo:

Longitud real:	0,750 m.
Presión en el inicio:	35,002 mbar.
Caudal:	1,024 m ³ /h

La longitud equivalente es la longitud real más la debida a causa de los elementos en la tubería (0,400m):

$$Leq = 1,150m.$$

Diámetro mínimo fijado	10,000 mm.
Diámetro calculado por velocidad máxima:	5,582 mm.
Diámetro calculado por Δp máxima (0,800 mbar/m):	7,794 mm.
Diámetro comercial por exceso:	Cobre UNE-37.141 ϕ 10x12.

Empuje por desnivel en el tramo de tubería:

$$\text{Empuje} = 0,000 \text{ mbar.}$$

La pérdida de carga final con este diámetro aplicando la fórmula de Renouard es:

$$\Delta p = 0,277 \text{ mbar.}$$

Pérdida de carga resultante en el tramo de tubería:

$$\Delta p_{\text{TRAMO}} = 0,277 \text{ mbar.}$$

La velocidad del gas por la tubería es:

$$V_{\text{gas}} = 3,692 \text{ m/s.}$$

Válvula cuece pastas <29> [45-46]

Datos de cálculo:

Coefficiente de la válvula:	1,300
Masa en volumen del gas:	0,802 Kg/m ³ .
Velocidad del gas:	2,326 m/s.

La pérdida de carga en la válvula será:

$$\Delta p = 0,5 \cdot K_p \cdot \rho \cdot V^2 \cdot 10^{-2} = 0,028 \text{ mbar.}$$

2.6.11.2. RESULTADOS POR TRAMOS

2.6.11.2.1. Tramos de la tubería de acometida

ACOMETIDA									
Descripción	Qins	Qmax	D. Nominal / Serie	L	Lc	V	Juni	Jtra	JAcu

ANEXOS

Tubería acometida [1-2]	23,28	14,756	DN32 Polietileno PN4BAR - ISO4437	1,6	1,6	6,532	0,256	0,41	0,41
Tubería principal [3-4]	23,28	14,756	DN32 Polietileno PN4BAR - ISO4437	8,395	8,395	6,535	0,257	2,154	2,635

Donde:

Descripción= Descripción del suministro.

Qins= Caudal instalado (m³/h).

Qmax= Caudal máximo previsible (m³/h).

Dn= Diámetro nominal.

L= Longitud (m).

Lc= Longitud de cálculo (m).

V= Velocidad de circulación (m/s).

JUni= Pérdida de carga unitaria (mbar/m.).

JTra= Pérdida de carga en el tramo (mbar).

JAcu= Pérdida de carga acumulada (mbar).

2.6.11.2.2. Tramos de las tuberías de suministro

LLAVE DE SUMINSTRO									
Descripción	Qins	Qmax	D. Nominal / Serie	L	Lc	V	Juni	Jtra	JAcu
Tubería tramo 1-0 [6-7]	23,28	14,756	25x28 Cobre UNE-37.141	2	3,5	7,08	0,311	1	3,635
Tubería tramo 1-1 [15-16]	23,28	14,756	25x28 Cobre UNE-37.141	1,4	4,4	8,438	0,37	1,628	5,969
Tubería tramo 1-2 [17-18]	23,28	14,756	25x28 Cobre UNE-37.141	13,431	16,68	8,451	0,371	6,039	12,007
Tubería tramo 1-3 [18-19]	6,092	6,092	16x18 Cobre UNE-37.141	0,944	1,904	8,568	0,641	1,22	13,227
Tubería tramo 3-2 [19-20]	2,526	2,526	13x15 Cobre UNE-37.141	3,59	4,89	5,387	0,351	1,718	14,945
Tubería tramo 3-1 [19-22]	3,567	3,567	13x15 Cobre UNE-37.141	1,6	1,86	7,607	0,658	1,225	14,452
Tubería tramo 1-4 [18-24]	17,19	11,257	20x22 Cobre UNE-37.141	2,31	2,71	10,13	0,668	1,81	13,817

ANEXOS

Tubería tramo 4-3 <68> [24-25]	14,33	9,824	19x22 Cobre UNE- 37.141	0,7	1,08	9,814	0,669	0,722	14,539
Tubería tramo 4-6 [25-26]	9,309	7,316	19x22 Cobre UNE- 37.141	0,9	1,28	7,314	0,391	0,501	15,04
Tubería tramo 4-9 [26-27]	7,651	6,487	16x18 Cobre UNE- 37.141	1	1,96	9,149	0,72	1,411	16,452
Tubería tramo 4-11 [27-28]	4,989	4,989	16x18 Cobre UNE- 37.141	0,15	1,11	7,046	0,447	0,496	16,948
Tubería tramo 4-13 [28-29]	2,328	2,328	13x15 Cobre UNE- 37.141	2,75	3,01	4,982	0,304	0,915	17,863
Tubería tramo 4-12 [28-31]	2,661	2,661	13x15 Cobre UNE- 37.141	0,6	0,86	5,696	0,388	0,333	17,282
Tubería tramo 4-10 [27-33]	2,661	2,661	13x15 Cobre UNE- 37.141	0,75	1,27	5,694	0,388	0,492	16,944
Tubería tramo 4-7 [26-35]	0,829	0,829	10x12 Cobre UNE- 37.141	0,75	1,15	2,994	0,164	0,189	15,229
Tubería tramo 4-8 [26-37]	0,829	0,829	10x12 Cobre UNE- 37.141	0,75	1,15	2,994	0,164	0,189	15,229
Tubería tramo 4-4 [25-39]	2,508	2,508	13x15 Cobre UNE- 37.141	0,75	1,27	5,355	0,347	0,441	14,98
Tubería tramo 4-5 [25-41]	2,508	2,508	13x15 Cobre UNE- 37.141	0,75	1,27	5,355	0,347	0,441	14,98
Tubería tramo 4-1 <69> [24-43]	1,843	1,843	10x12 Cobre UNE- 37.141	0,75	1,15	6,645	0,701	0,806	14,624
Tubería tramo 4-2 <70> [24-45]	1,024	1,024	10x12 Cobre UNE- 37.141	0,75	1,15	3,692	0,241	0,277	14,094

Donde:

Descripción= Descripción del suministro.

Qins= Caudal instalado (m³/h).

Qmax= Caudal máximo previsible (m³/h).

Dn= Diámetro nominal.

L= Longitud (m).

Lc= Longitud de cálculo (m).

V= Velocidad de circulación (m/s).

ANEXOS

JUni= Pérdida de carga unitaria (mbar/m.).

JTra= Pérdida de carga en el tramo (mbar).

JAcu= Pérdida de carga acumulada (mbar).

2.6.11.3. PÉRDIDAS DE CARGA Y DE PRESIÓN EN TRAMOS Y VÁLVULAS

2.6.11.3.1. Pérdidas de carga y presión en acometida

ACOMETIDA								
Descripción	D. Nominal / Serie	L	Lc	JUni	JEl	JAcu	Pmin	Pmax
Acometida <1> [1]						0	245	255
Tubería acometida [1-2]	DN32 Polietileno PN4BAR - ISO4437	1,6	1,6	0,256	0,41	0,41	244,59	254,59
Válvula llave de acometida [2-3]	1" Válvula de bola paso recto				0,07	0,481	244,519	254,519
Tubería principal [3-4]	DN32 Polietileno PN4BAR - ISO4437	8,395	8,395	0,257	2,154	2,635	242,365	252,365
Llave de suministro [4-5]						2,635	242,365	252,365

Donde:

Dn= Diámetro nominal.

L= Longitud (m).

Leq= Longitud equivalente (m).

JUni= Pérdida de carga unitaria (mbar/m).

JEl= Pérdida de carga en el elemento (mbar).

JAcu= Pérdida de carga acumulada (mbar).

Pmin= Presión mínima disponible (mbar).

Pmax= Presión máxima disponible (mbar).

2.6.11.3.2. Pérdidas de carga y presión en la instalación

LLAVE DE SUMINISTRO								
Descripción	D. Nominal / Serie	L	Lc	JUni	JEl	JAcu	Pmin	Pmax
Llave de suministro [4-5]						2,635	242,365	252,365
Accesorio pasamuros armario [6-5]	DN32 Polietileno PN4BAR - ISO4437				0	2,635	242,365	252,365
Tubería tramo 1-0 [6-7]	25x28 Cobre UNE-37.141	2	3,5	0,311	1	3,635	241,365	251,365

ANEXOS

Válvula llave regulador [7-8]	1" Válvula de bola acodada				0,184	3,819	241,181	251,181
Elemento pasivo <3> [8-9]					0	3,819	241,181	251,181
Regulador de presión [9-10]	1" Reductora de presión genérica					3,819	45	45
Limitador caudal [11-10]					0	3,819	45	45
Llave entrada contador [11-12]	1" Válvula de bola acodada				0,261	4,08	44,739	44,739
Contador [13-12]	25x28 Cobre UNE-37.141				0	4,08	44,739	44,739
Toma presión salida [13-14]					0	4,08	44,739	44,739
Llave del local [14-15]	1" Válvula de bola acodada				0,261	4,34	44,479	44,479
Tubería tramo 1-1 [15-16]	25x28 Cobre UNE-37.141	1,4	4,4	0,37	1,628	5,969	42,85	42,85
Accesorio pasamuros fachada [17-16]	25x28 Cobre UNE-37.141				0	5,969	42,85	42,85
Tubería tramo 1-2 [17-18]	25x28 Cobre UNE-37.141	13,431	16,681	0,371	6,039	12,007	36,812	36,812
Tubería tramo 1-3 [18-19]	16x18 Cobre UNE-37.141	0,944	1,904	0,641	1,22	13,227	35,592	35,592
Tubería tramo 3-2 [19-20]	13x15 Cobre UNE-37.141	3,59	4,89	0,351	1,718	14,945	33,874	33,874
Válvula caldera [20-21]	1/2" Válvula de bola acodada				0,064	15,009	33,81	33,81
Caldera gas [21]						15,009	33,81	33,81
Tubería tramo 3-1 [19-22]	13x15 Cobre UNE-37.141	1,6	1,86	0,658	1,225	14,452	34,367	34,367
Válvula acumulador [22-23]	1/2" Válvula de bola acodada				0,128	14,58	34,239	34,239
Acumulador vitrificado 400 l. [23]						14,58	34,239	34,239
Tubería tramo 1-4 [18-24]	20x22 Cobre UNE-37.141	2,31	2,71	0,668	1,81	13,817	35,002	35,002
Tubería tramo 4-3 <68> [24-25]	19x22 Cobre UNE-37.141	0,7	1,08	0,669	0,722	14,539	34,279	34,279

ANEXOS

Tubería tramo 4-6 [25-26]	19x22 Cobre UNE-37.141	0,9	1,28	0,391	0,501	15,04	33,779	33,779
Tubería tramo 4-9 [26-27]	16x18 Cobre UNE-37.141	1	1,96	0,72	1,411	16,452	32,367	32,367
Tubería tramo 4-11 [27-28]	16x18 Cobre UNE-37.141	0,15	1,11	0,447	0,496	16,948	31,871	31,871
Tubería tramo 4-13 [28-29]	13x15 Cobre UNE-37.141	2,75	3,01	0,304	0,915	17,863	30,956	30,956
Válvula barbacoa [29-30]	1/2" Válvula de bola acodada				0,055	17,918	30,901	30,901
Barbacoa brasa 90x50 [30]						17,918	30,901	30,901
Tubería tramo 4-12 [28-31]	13x15 Cobre UNE-37.141	0,6	0,86	0,388	0,333	17,282	31,537	31,537
Válvula cocina1 [31-32]	1/2" Válvula de bola acodada				0,072	17,353	31,465	31,465
Cocina1 3 fuegos+horno [32]						17,353	31,465	31,465
Tubería tramo 4-10 [27-33]	13x15 Cobre UNE-37.141	0,75	1,27	0,388	0,492	16,944	31,875	31,875
Válvula cocina2 [34-33]	1/2" Válvula de bola acodada				0,072	17,016	31,803	31,803
Cocina2 3 fuegos+horno [34]						17,016	31,803	31,803
Tubería tramo 4-7 [26-35]	10x12 Cobre UNE-37.141	0,75	1,15	0,164	0,189	15,229	33,59	33,59
Válvula plancha2 [36-35]	3/8" Válvula de bola acodada				0,019	15,248	33,571	33,571
Plancha2 cromo 60x45 [36]						15,248	33,571	33,571
Tubería tramo 4-8 [26-37]	10x12 Cobre UNE-37.141	0,75	1,15	0,164	0,189	15,229	33,59	33,59
Válvula plancha1 [37-38]	3/8" Válvula de bola acodada				0,019	15,248	33,571	33,571
Plancha1 cromo 60x45 [38]						15,248	33,571	33,571
Tubería tramo 4-4 [25-39]	13x15 Cobre UNE-37.141	0,75	1,27	0,347	0,441	14,98	33,838	33,838
Válvula cocina3 [40-39]	1/2" Válvula de bola acodada				0,064	15,044	33,775	33,775

ANEXOS

Cocina3 2 fuegos+horno [40]						15,044	33,775	33,775
Tubería tramo 4- 5 [25-41]	13x15 Cobre UNE- 37.141	0,75	1,27	0,347	0,441	14,98	33,838	33,838
Válvula cocina4 [41-42]	1/2" Válvula de bola acodada				0,064	15,044	33,775	33,775
Cocina4 2 fuegos+horno [42]						15,044	33,775	33,775
Tubería tramo 4- 1 <69> [24-43]	10x12 Cobre UNE- 37.141	0,75	1,15	0,701	0,806	14,624	34,195	34,195
Válvula Marmita<28> [44-43]	3/8" Válvula de bola acodada				0,091	14,715	34,104	34,104
Marmita a gas <18> [44]						14,715	34,104	34,104
Tubería tramo 4- 2<70> [24-45]	10x12 Cobre UNE- 37.141	0,75	1,15	0,241	0,277	14,094	34,725	34,725
Válvula cuece pastas<29> [45- 46]	3/8" Válvula de bola acodada				0,028	14,122	34,697	34,697
Cuece pastas <19> [46]						14,122	34,697	34,697

Donde:

Dn= Diámetro nominal.

L= Longitud (m).

Leq= Longitud equivalente (m).

JUni= Pérdida de carga unitaria (mbar/m).

JEI= Pérdida de carga en el elemento (mbar).

JAcu= Pérdida de carga acumulada (mbar).

Pmin= Presión mínima disponible (mbar).

Pmax= Presión máxima disponible (mbar).

2.6.11.4. SERIES DE TUBERÍAS UTILIZADAS

2.6.11.4.1. Acometida

Serie: Polietileno PN4BAR - ISO4437		
Di. Nominal	Espesor	D. interior
DN12,5	2	8,5

ANEXOS

DN16	2	12
DN20	2	16
DN25	2,3	20,4
DN32	3	26
DN63	5,8	51,4
DN90	8,2	73,6
DN110	10	90
DN125	11,4	102,2

2.6.11.4.2. Instalación interior

Serie: Cobre UNE-37.141		
Di. Nominal	Espesor	D. interior
8x10	1	8
10x12	1	10
13x15	1	13
16x18	1	16
19x22	1,5	19
20x22	1	20
25x28	1,5	25
25,6x28	1,2	25,6
26x28	1	26
32x35	1,5	32
32,8x35	1,2	32,8
33x35	1	33
39x42	1,5	39
39,6x42	1,2	39,6
40x42	1	40
51x54	1,5	51
51,6x54	1,2	51,6
60x63	1,5	60
60x64	2	60
77x80	1,5	77
82x86	2	82
96x100	2	96

FICHA A: TUBERÍAS DE COBRE

El tubo de cobre utilizado para la construcción de instalaciones receptoras de gas ha de ser tubo redondo de precisión estirado en frío sin soldadura, para su empleo con accesorios (manguitos, codos, etc) soldados por capilaridad.

El tubo de cobre ha de estar compuesto por cobre desoxidado con fósforo con alto contenido en fósforo residual, denominado C-1130 según la norma UNE 37.141 y con un espesor mínimo de 1 mm.

Las características mecánicas, así como las medidas y tolerancias, son las que se determinan en la citada norma UNE 37.141, y han de suministrarse en barra (estado duro), no permitiéndose el empleo de tubo en estado recocido (o blando) suministrado en rollo.

Los accesorios para la ejecución de uniones, reducciones, derivaciones, codos, curvas, conexiones por junta plana, etc., mediante soldadura por capilaridad estarán fabricados de tubo de cobre de las mismas características que el tubo al que han de unirse o podrán ser accesorios mecanizados de bronce o latón de características y propiedades según norma ISO 1338 (bronce y latón) o UNE 37.103 Parte 1 Ref. 6440 (latón), preparados para soldar al tubo de cobre por capilaridad. Las medidas y tolerancias de los accesorios de cobre, bronce o latón serán acordes con las características dimensionales del tubo al que han de unirse.

En la siguiente tabla, se muestran las dimensiones más usuales de los tubos de cobre según la citada norma UNE 37.141.

Dimensiones de los tubos de cobre (según UNE 37.141):

ANEXOS

Díámetro exterior (mm)	Díámetro interior (mm)	Espesor (mm)	Denominación usual ($\phi_{int} \times \phi_{ext}$)
12	10	1	10 x 12
15	13	1	13 x 15
18	16	1	16 x 18
22	20 19,6 19	1 1,2 1,5	20 x 22 19,6 x 22 19 x 22
28	26 25,5 25	1 1,2 1,5	26 x 28 25,6 x 28 25 x 28
35	33 32,6 32	1 1,2 1,5	33 x 35 32,6 x 35 32 x 35
42	40 39,6 39	1 1,2 1,5	40 x 42 39,6 x 42 39 x 42
54	51,6 51	1,2 1,5	51,6 x 54 51 x 54
64	61 60	1,5 2	61 x 64 60 x 64
76	73 72	1,5 2	73 x 76 72 x 76
89	85 84	2 2,5	85 x 89 84 x 89
108	104 103	2 2,5	104 x 108 103 x 108

FICHA B: POLIETILENO

El tubo de polietileno utilizado para la construcción de instalaciones receptoras, limitado a tramos enterrados o empotrados en paredes exteriores protegidos con vaina, deberá cumplir las prescripciones que se indican en la norma UNE 53.333 y las Empresas Suministradoras asesorarán en todo lo relativo a características dimensionales y técnicas de unión.

La unión de los tubos de polietileno se realizará por soldadura a tope o por soldadura por electrofusión, utilizando los accesorios adecuados en cada caso.

Los tubos de polietileno se clasifican por su diámetro exterior y por el SDR, que es la relación existente entre el diámetro exterior y el espesor del tubo.

Los tramos en polietileno que deban estar sometidos a media presión A o media presión B deberán ser, como mínimo, de SDR 11 y los tramos que deban estar sometidos a baja presión deberán ser, como mínimo, SDR 17,6.

Es criterio del Grupo Gas Natural que las acometidas interiores enterradas se realicen en polietileno y sean propiedad de las Empresas Suministradoras del Grupo Gas Natural, por lo que siempre que sea necesario realizar una acometida interior enterrada en una instalación, la

ANEXOS

Empresa Instaladora deberá comunicarlo a la Empresa Suministradora para que ésta se responsabilice de la construcción de dicha acometida interior enterrada.

Los accesorios para la ejecución de uniones, derivaciones, codos, curvas, etc., mediante soldadura, estarán fabricados con polietileno de las mismas características que las del tubo al que han de unirse mediante soldadura a tope o por electrofusión. Las medidas y tolerancias de los accesorios de polietileno serán acordes con las características dimensionales del tubo al que se han de unirse. Los accesorios de polietileno preparados para realizar soldadura por electrofusión y los accesorios preparados para realizar soldadura a tope deberán ser compatibles con el tubo al que han de soldarse.

En la siguiente tabla, se muestran las dimensiones de los tubos más usuales utilizadas para la realización de tramos de instalación enterrados:

Dimensiones de los tubos de polietileno:

Diámetro exterior (mm)	Baja presión		Media presión	
	SDR	Diámetro interior (mm)	SDR	Diámetro interior (mm)
20	11	14	11	14
32	11	26,2	11	26,2
40	11	32,7	11	32,7
63	11	51,5	11	51,5
90	11	73,6	11	73,6
110	17,6	97,5	11	90

FICHA C: TALLOS

Se conoce como tallo a la parte de la instalación receptora que realiza la transición de la parte enterrada de la misma a la parte vista o empotrada en muros.

Los tallos que se utilicen para la realización de instalaciones receptoras deberán estar compuestos por dos materiales distintos unidos por un enlace fijo o monobloc, siendo polietileno el material para la parte enterrada y acero o cobre para la parte vista o empotrada en muros.

El enlace monobloc polietileno-acero o polietileno-cobre deberá estar protegido por una vaina metálica rellena de resina de poliuretano como protección antihumedad.

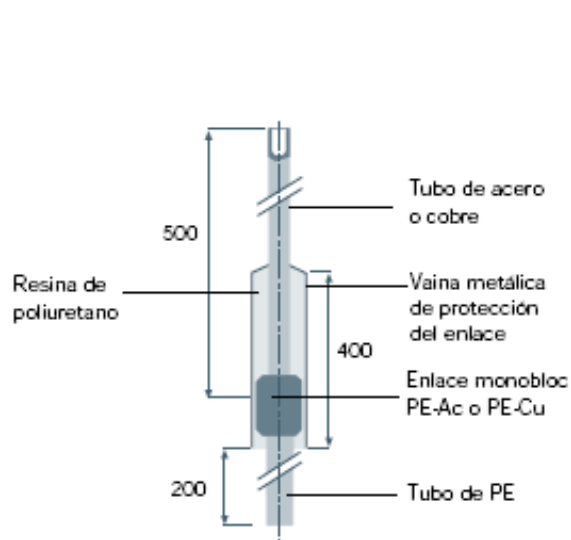
Los tallos de polietileno-cobre con salida del tubo al exterior para instalación vista, incorporan una vaina de acero inoxidable en el tramo exterior hasta una altura de 2 m protegida por un tapón de elastómero para evitar la entrada de agua, para dar protección mecánica al tubo de cobre.

Los tallos deberán ser de modelo aceptado por el Grupo Gas Natural y tener su correspondiente contraseña de aprobación.

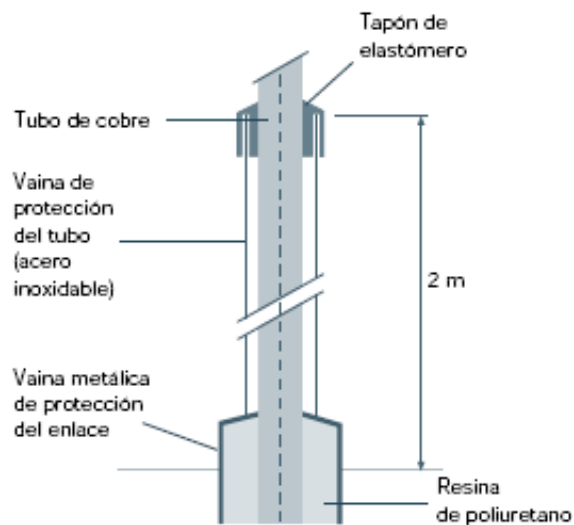
Las Empresas Suministradoras asesorarán sobre las características y dimensiones de los tallos que deben utilizarse, así como de los puntos donde pueden adquirirse los tallos que cumplan la normativa que les es de aplicación y aseguren un adecuado diseño y calidad.

En las tablas que se indican a continuación, se muestran las dimensiones de los tallos polietileno-acero y polietileno-cobre normalmente utilizados en la construcción de instalaciones receptoras.

ANEXOS



Tallo normalizado polietileno-acero o polietileno-cobre (en este caso ha de llevar vaina de protección de acero inoxidable).



Vaina de protección de acero inoxidable para tallos normalizados polietileno-cobre.

ANEXOS

Dimensiones de los tallos polietileno-acero:

Diámetro nominal	Diámetro tubo de polietileno (mm)	Diámetro tubo de acero (mm)
25	32 SDR 11	33,7 (1")
32	40 SDR 11	42,4 (1 1/4")
50	63 SDR 11	60,3 (2")
80	90 SDR 11	88,9 (3")

Dimensiones de los tallos polietileno-cobre:

Diámetro nominal	Diámetro tubo de polietileno (mm)	Diámetro tubo de cobre (mm)	Diámetro vaina protección tubo (acer. inox.)
25	32 SDR 11	22 (20 x 22)	35 (32 x 35)
32	40 SDR 11	42 (40 x 42)	63,5 (60,5 x 63,5)
50	63 SDR 11	54 (51 x 54)	76 (73 x 76)

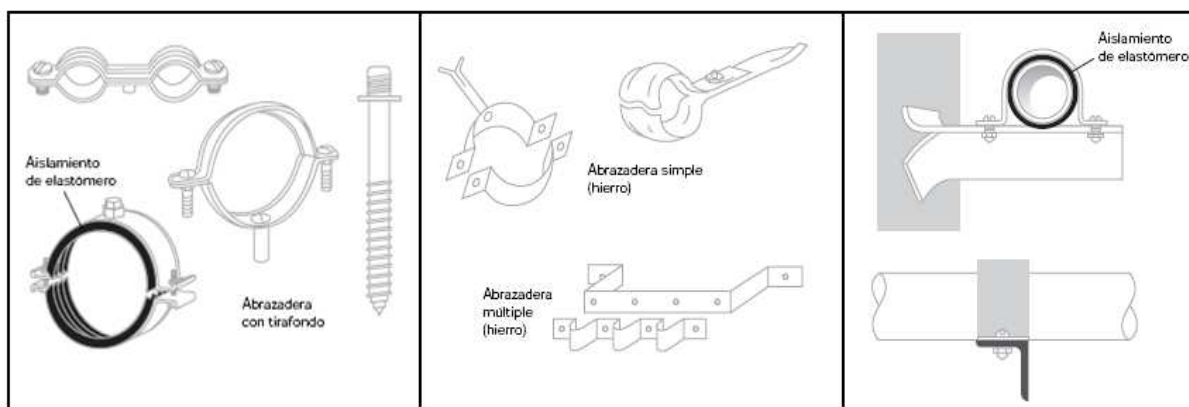
FICHA D: ELEMENTOS DE SUJECCIÓN DE TUBERÍAS

Las tuberías que se instalen en la modalidad vistas, deberán estar conveniente sujetas a las paredes o techos mediante elementos de sujeción del tipo abrazaderas o soportes-guía.

Estos elementos de sujeción podrán ser, en función de la tipología de la instalación, simples o múltiples, es decir, que sujeten a una sola tubería o a varias (peine de tubos proveniente de la centralización de contadores).

El diseño de los elementos de sujeción mencionados, es decir, las abrazaderas y los soportes guía, ha de ser tal que cumplan las siguientes condiciones:

- El anclaje de la abrazadera ha de poder realizarse directamente a la pared, bien por empotramiento o bien atornillada con tacos de expansión. El anclaje del soporte-guía se realizará por empotramiento en la pared o techo.
- El sistema de fijación de la abrazadera a la tubería no ha de poder realizarse manualmente ni por presión, sino que para su montaje y desmontaje deberá utilizarse un útil adecuado (destornillador, llave fija, etc.).
- El diseño de la abrazadera ha de ser tal que en ningún caso pueda producirse contacto de la tubería con la pared, techo o soporte. En el caso de abrazaderas múltiples, su diseño deberá asegurar, además, que no existe contacto entre tuberías.
- Han de estar contruidos con materiales metálicos de probada resistencia (acero, acero galvanizado, cobre, latón etc.) debidamente protegidas contra la corrosión y no deberán estar en contacto directo con la tubería, sino que deberán aislarse de la misma a través de un revestimiento, banda de elastómero o material plástico preferentemente, o bien encintando convenientemente la tubería en la zona de contacto. Cuando el tubo sea de acero inoxidable, el material de los elementos de sujeción no será ferrítico.



ANEXO VII

INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES. SANEAMIENTO

2.7. ANEXO DE LA INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES. SANEAMIENTO

2.7.1. OBJETIVOS

El objeto del presente apartado es especificar las partes que componen la instalación de saneamiento necesaria para el acondicionamiento del restaurante. También exponer las condiciones técnicas efectuando los cálculos que justifiquen las soluciones adoptadas.

2.7.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

Dadas las características constructivas del edificio y al uso al que se destinará, se ha diseñado una instalación de saneamiento acorde con el funcionamiento del edificio. Se ha previsto una red separativa entre cocinas (aguas grises) y lavabos (aguas negras).

El presente apartado contempla la evacuación de los núcleos de aseos y cocina indicados en planos mediante tuberías y accesorios destinados a la conducción de desagües, de P.V.C. rígido de alta temperatura de 3.2 mm de espesor de la serie B para toda la instalación interior, y todos los aparatos estarán provistos de sifones.

Se colocara un separador de grasas de biomasa para la depuración de las aguas grises de cocina, este separador de grasas de biomasa PPD es ante todo un separador de grasas y aceite muy eficiente, pero además trata la grasa recogida, convirtiéndola en CO₂ y agua. El interior del separador proporciona un ambiente adecuado que permite a la masa bacteriana crear una biomasa sostenible que se alimenta de grasa. La biomasa se encarga de consumir la grasa recogida, los aceites y el material sedimentado, permaneciendo activa durante largos periodos de tiempo sin ningún tipo de mantenimiento.

Los modelos para el interior de las cocinas incorporan un cestillo bacteriano que cuelga de la pared del separador para suministrar biomasa en el separador. Este cestillo debe ser remplazado cada 4-6 meses.

La zona donde están situadas las unidades de climatización se realizará la evacuación de los condensados mediante tubería de PVC homologada serie B, de diámetros según indicaciones en planos.

En la zona de cocinas se colocaran los puntos de saneamiento necesarios para los puntos de uso exigidos, así como desagües tipo sumidero sinfónico en suelo para facilitar la limpieza de los mismos.

Se ha previsto que los desagües provenientes de los grupos de bombeo así como aquellos de planta baja que puedan, conectarse directamente a los bajantes principales del edificio.

2.7.2.1. EVACUACIÓN DE CONDENSADOS DE UNIDADES DE CLIMATIZACIÓN

Se debe evitar los sifones de aire dentro del tubo, garantizando una inclinación hacia debajo de la manguera de drenaje, según indica el fabricante.

La tubería de drenaje será igual o superior a la del tubo de conexión. Se realizará una pendiente del 1% o más según indica la UNE 100.030.94 y se soportará mediante ménsulas con un intervalo de 1 a 1.5 metros.

Esta red de condensados será conducida a los bajantes identificados.

2.7.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

Las principales características de las redes de saneamiento son:

- 1) Se dispondrán cierres hidráulicos en la instalación que impidan el paso del aire contenido en ella a los locales ocupados sin afectar al flujo de residuos.
- 2) Las tuberías de la red de evacuación deben tener el trazado más sencillo posible, con unas distancias y pendientes que faciliten la evacuación de los residuos y ser autolimpiables. Debe evitarse la retención de aguas en su interior.
- 3) Los diámetros de las tuberías deben ser los apropiados para transportar los caudales previsibles en condiciones seguras.
- 4) Las redes de tuberías deben diseñarse de tal forma que sean accesibles para su mantenimiento y reparación, para lo cual deben disponerse a la vista o alojadas en huecos o patinillos registrables. En caso contrario deben contar con arquetas o registros.
- 5) Se dispondrán sistemas de ventilación adecuados que permitan el funcionamiento de los cierres hidráulicos y la evacuación de gases mefíticos.
- 6) La instalación no debe utilizarse para la evacuación de otro tipo de residuos que no sean aguas residuales o pluviales.

2.7.4. ELEMENTOS QUE COMPONEN LA INSTALACIÓN

2.7.4.1. ELEMENTOS EN LA RED DE EVACUACIÓN

2.7.4.1.1. Cierres hidráulicos

Los cierres hidráulicos pueden ser:

- 1) Sifones individuales, propios de cada aparato.
- 2) Botes sifónicos, que pueden servir a varios aparatos.
- 3) Sumideros sifónicos.
- 4) Arquetas sifónicas, situadas en los encuentros de los conductos enterrados de aguas pluviales y residuales.

Los cierres hidráulicos deben tener las siguientes características:

- a) Deben ser autolimpiables, de tal forma que el agua que los atraviese arrastre los sólidos en suspensión.
- b) Sus superficies interiores no deben retener materias sólidas.
- c) No deben tener partes móviles que impidan su correcto funcionamiento.
- d) Deben tener un registro de limpieza fácilmente accesible y manipulable.
- e) La altura mínima de cierre hidráulico debe ser 50 mm, para usos continuos y 70 mm para usos discontinuos. La altura máxima debe ser 100 mm. La corona debe estar a una distancia igual o menor que 60 cm por debajo de la válvula de desagüe del aparato. El diámetro del sifón debe ser igual o mayor que el diámetro de la válvula de desagüe e igual o menor que el del ramal de desagüe. En caso de que exista una diferencia de diámetros, el tamaño debe aumentar en el sentido del flujo.
- f) Debe instalarse lo más cerca posible de la válvula de desagüe del aparato, para limitar la longitud de tubo sucio sin protección hacia el ambiente.
- g) No deben instalarse serie, por lo que cuando se instale bote sifónico para un grupo de aparatos sanitarios, estos no deben estar dotados de sifón individual.
- h) Si se dispone un único cierre hidráulico para servicio de varios aparatos, debe reducirse al máximo la distancia de estos al cierre.
- i) Un bote sifónico no debe dar servicio a aparatos sanitarios no dispuestos en el cuarto húmedo en dónde esté instalado.
- j) El desagüe de fregaderos, lavaderos y aparatos de bombeo (lavadoras y lavavajillas) debe hacerse con sifón individual.

2.7.4.1.2. Redes de pequeña evacuación

Las redes de pequeña evacuación se diseñarán conforme a los siguientes criterios:

- 1) El trazado de la red debe ser lo más sencillo posible para conseguir una circulación natural por gravedad, evitando los cambios bruscos de dirección y utilizando las piezas especiales adecuadas.
- 2) Deben conectarse a las bajantes; cuando por condicionantes del diseño esto no fuera posible, se permite su conexión al manguetón del inodoro.

- 3) La distancia del bote sifónico a la bajante no debe ser mayor que 2,00 m.
- 4) Las derivaciones que acometan al bote sifónico deben tener una longitud igual o menor que 2,50 m, con una pendiente comprendida entre el 2 y el 4 %.
- 5) En los aparatos dotados de sifón individual deben tener las características siguientes:
 - i. En los fregaderos, los lavabos y los urinarios la distancia a la bajante debe ser 4,00 m como máximo, con pendientes comprendidas entre un 2,5 y un 5 %.
 - ii. El desagüe de los inodoros a las bajantes debe realizarse directamente o por medio de un manguetón de acometida de longitud igual o menor que 1,00 m, siempre que no sea posible dar al tubo la pendiente necesaria.
- 6) Se dispondrá de un rebosadero en los lavabos y fregaderos.
- 7) No deben disponerse desagües enfrentados acometiendo a una tubería común.
- 8) Las uniones de los desagües a las bajantes deben tener la mayor inclinación posible, que en cualquier caso no debe ser menor que 45°.
- 9) Cuando se utilice el sistema de sifones individuales, los ramales de desagüe de los aparatos sanitarios deben unirse a un tubo de derivación, que desemboque en la bajante o si esto no fuera posible, en el manguetón del inodoro, y que tenga la cabecera registrable con tapón roscado.
- 10) Excepto en instalaciones temporales, deben evitarse en estas redes los desagües bombeados.

2.7.4.1.3. Bajantes y canalones

Las bajantes se realizarán sin desviaciones ni retranqueos y con diámetro uniforme en toda su altura excepto, en el caso de bajantes de residuales, cuando existan obstáculos insalvables en su recorrido y cuando la presencia de inodoros exija un diámetro concreto desde los tramos superiores que no es superado en el resto de la bajante. El diámetro no debe disminuir en el sentido de la corriente.

Podrá disponerse un aumento de diámetro cuando acometan a la bajante caudales de magnitud mucho mayor que los del tramo situado aguas arriba.

2.7.4.1.4. Colectores

Los colectores serán del tipo enterrados.

Los tubos deben disponerse en zanjas de dimensiones adecuadas, tal y como se establece en el apartado 2.7.6.4.3, situados por debajo de la red de distribución de agua potable.

Deben tener una pendiente del 2 % como mínimo.

La acometida de las bajantes y los manguetones a esta red se hará con interposición de una arqueta de pie de bajante, que no debe ser sifónica.

Se dispondrán registros de tal manera que los tramos entre los contiguos no superen 15 m.

2.7.4.1.5. Elementos de conexión

En redes enterradas la unión entre las redes vertical y horizontal y en ésta, entre sus encuentros y derivaciones, debe realizarse con arquetas dispuestas sobre cimiento de hormigón, con tapa practicable. Sólo puede acometer un colector por cada cara de la arqueta, de tal forma que el ángulo formado por el colector y la salida sea mayor que 90°.

Deben tener las siguientes características:

- 1) La arqueta a pie de bajante debe utilizarse para registro al pie de las bajantes cuando la conducción a partir de dicho punto vaya a quedar enterrada; no debe ser de tipo sifónico.
- 2) En las arquetas de paso deben acometer como máximo tres colectores.
- 3) Las arquetas de registro deben disponer de tapa accesible y practicable.
- 4) La arqueta de trasdós debe disponerse en caso de llegada al pozo general del edificio de más de un colector.
- 5) El separador de grasas debe disponerse cuando se prevea que las aguas residuales del edificio puedan transportar una cantidad excesiva de grasa, (en locales tales como restaurantes), que podría dificultar el buen funcionamiento de los sistemas de depuración, o crear un riesgo en el sistema de bombeo y elevación.
Puede utilizarse como arqueta sifónica. Debe estar provista de una abertura de ventilación, próxima al lado de descarga, y de una tapa de registro totalmente accesible para las preceptivas limpiezas periódicas. Puede tener más de un tabique separador. Si algún aparato descargara de forma directa en el separador, debe estar provisto del correspondiente cierre hidráulico.
Debe disponerse preferiblemente al final de la red horizontal, previa al pozo de resalto y a la acometida. Salvo en casos justificados, al separador de grasas sólo deben verter las aguas afectadas de forma directa por los mencionados residuos. (grasas, aceites, etc.)

Al final de la instalación y antes de la acometida debe disponerse el pozo general del edificio.

Cuando la diferencia entre la cota del extremo final de la instalación y la del punto de acometida sea mayor que 1 m, se dispondrá de un pozo de resalto como elemento de conexión de la red interior de evacuación y de la red exterior de alcantarillado o los sistemas de depuración.

Los registros para limpieza de colectores deben situarse en cada encuentro y cambio de dirección e intercalados en tramos rectos.

2.7.4.2. ELEMENTOS ESPECIALES

2.7.4.2.1. Sistema de bombeo y elevación

Cuando la red interior o parte de ella se tenga que disponer por debajo de la cota del punto de acometida debe preverse un sistema de bombeo y elevación. A este sistema de bombeo no deben verter aguas pluviales, salvo por imperativos de diseño del edificio, tal como sucede con las aguas que se recogen en patios interiores o rampas de acceso a garajes-aparcamientos, que quedan a un nivel inferior a la cota de salida por gravedad. Tampoco deben verter a este sistema las aguas residuales procedentes de las partes del edificio que se encuentren a un nivel superior al del punto de acometida.

Las bombas deben disponer de una protección adecuada contra las materias sólidas en suspensión.

Deben instalarse al menos dos, con el fin de garantizar el servicio de forma permanente en casos de avería, reparaciones o sustituciones. Si existe un grupo electrógeno en el edificio, las bombas deben conectarse a él, o en caso contrario debe disponerse uno para uso exclusivo o una batería adecuada para una autonomía de funcionamiento de al menos 24 h.

Los sistemas de bombeo y elevación se alojarán en pozos de bombeo dispuestos en lugares de fácil acceso para su registro y mantenimiento.

En estos pozos no deben entrar aguas que contengan grasas o aceites.

Deben estar dotados de una tubería de ventilación capaz de descargar adecuadamente el aire del depósito de recepción.

El suministro eléctrico a estos equipos debe proporcionar un nivel adecuado de seguridad y continuidad de servicio, y debe ser compatible con las características de los equipos (frecuencia, tensión de alimentación, intensidad máxima admisible de las líneas, etc.).

Cuando la continuidad del servicio lo haga necesario (para evitar, por ejemplo, inundaciones, contaminación por vertidos no depurados o imposibilidad de uso de la red de evacuación), debe disponerse un sistema de suministro eléctrico autónomo complementario.

En su conexión con el sistema exterior de alcantarillado debe disponerse un bucle antirreflujo de las aguas por encima del nivel de salida del sistema general de desagüe.

2.7.4.2.2. Válvulas antirretorno de seguridad

Deben instalarse válvulas antirretorno de seguridad para prevenir las posibles inundaciones cuando la red exterior de alcantarillado se sobrecargue, particularmente en sistemas mixtos (doble clapeta con cierre manual), dispuestas en lugares de fácil acceso para su registro y mantenimiento.

2.7.4.2.3. Subsistemas de ventilación de las instalaciones

Deben disponerse subsistemas de ventilación tanto en las redes de aguas residuales como en las de pluviales. Se utilizarán subsistemas de ventilación primaria.

Subsistema de ventilación primaria:

Se considera suficiente como único sistema de ventilación en edificios con menos de 7 plantas, o con menos de 11 si la bajante está sobredimensionada, y los ramales de desagües tienen menos de 5 m.

Las bajantes de aguas residuales deben prolongarse al menos 1,30 m por encima de la cubierta del edificio, si esta no es transitable. Si lo es, la prolongación debe ser de al menos 2,00 m sobre el pavimento de la misma.

La salida de la ventilación primaria no debe estar situada a menos de 6 m de cualquier toma de aire exterior para climatización o ventilación y debe sobrepasarla en altura.

La salida de la ventilación debe estar convenientemente protegida de la entrada de cuerpos extraños y su diseño debe ser tal que la acción del viento favorezca la expulsión de los gases. No se instalarán terminaciones de columna bajo marquesinas o terrazas.

2.7.5. DIMENSIONADO DE LA RED DE SANEAMIENTO

2.7.5.1. DIMENSIONADO DE LA RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

2.7.5.1.1. Derivaciones individuales

La adjudicación de UD a cada tipo de aparato y los diámetros mínimos de los sifones y las derivaciones individuales correspondientes se establecen en la tabla 6.1 en función del uso.

ANEXOS

Para los desagües de tipo continuo o semicontinuo, tales como los de los equipos de climatización, las bandejas de condensación, etc., debe tomarse 1 UD para 0,03 dm³/s de caudal estimado.

Tipo de aparato sanitario		Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)	
		Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo		1	2	32	40
Bidé		2	3	32	40
Ducha		2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)		3	4	40	50
Inodoro	Con cisterna	4	5	100	100
	Con fluxómetro	8	10	100	100
Urinario	Pedestal	-	4	-	50
	Suspendido	-	2	-	40
	En batería	-	3.5	-	-
Fregadero	De cocina	3	6	40	50
	De laboratorio, restaurante, etc.	-	2	-	40
Lavadero		3	-	40	-
Vertedero		-	8	-	100
Fuente para beber		-	0.5	-	25
Sumidero sifónico		1	3	40	50
Lavavajillas		3	6	40	50
Lavadora		3	6	40	50
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con cisterna	7	-	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100	-
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con cisterna	6	-	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100	-

Tabla 2.7.1. Unidades de diferentes aparatos sanitarios.

Los diámetros indicados en la tabla 2.7.1 se consideran válidos para ramales individuales cuya longitud sea igual a 1,5 m. Para ramales mayores debe efectuarse un cálculo pormenorizado, en función de la longitud, la pendiente y el caudal a evacuar.

El diámetro de las conducciones no debe ser menor que el de los tramos situados aguas arriba.

2.7.5.1.2. Botes sifónicos

Los sifones individuales deben tener el mismo diámetro que la válvula de desagüe conectada.

Los botes sifónicos deben tener el número y tamaño de entradas adecuado y una altura suficiente para evitar que la descarga de un aparato sanitario alto salga por otro de menor altura.

2.7.5.1.3. Ramales colectores

En la tabla 2.7.2 se obtiene el diámetro de los ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector.

ANEXOS

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
1 %	Pendiente 2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

Tabla 2.7.2. Diámetro de ramales colectores entre aparatos sanitarios y sus bajantes.

2.7.5.1.4. Bajantes de aguas residuales

El dimensionado de las bajantes se hará de forma tal que no se rebase el límite de ± 250 Pa de variación de presión y para un caudal tal que la superficie ocupada por el agua no sea mayor que 1/3 de la sección transversal de la tubería.

El diámetro de las bajantes se obtiene en la tabla 2.7.3 como el mayor de los valores obtenidos considerando el máximo número de UD en la bajante y el máximo número de UD en cada ramal en función del número de plantas.

Máximo número de UD, para una altura de bajante de:		Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de bajante de:		Diámetro (mm)
Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	
10	25	6	6	50
19	38	11	9	63
27	53	21	13	75
135	280	70	53	90
360	740	181	134	110
540	1.100	280	200	125
1.208	2.240	1.120	400	160
2.200	3.600	1.680	600	200
3.800	5.600	2.500	1.000	250
6.000	9.240	4.320	1.650	315

Tabla 2.7.3. Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UD.

Las desviaciones con respecto a la vertical, se dimensionan con el criterio siguiente:

- Si la desviación forma un ángulo con la vertical menor que 45°, no se requiere ningún cambio de sección.
- b) Si la desviación forma un ángulo mayor que 45°, se procede de la manera siguiente.
 - i. El tramo de la bajante situado por encima de la desviación se dimensiona como se ha especificado de forma general.
 - ii. El tramo de la desviación, se dimensiona como un colector horizontal, aplicando una pendiente del 4% y considerando que no debe ser menor que el tramo anterior.

- iii. Para el tramo situado por debajo de la desviación se adoptará un diámetro igual o mayor al de la desviación.

2.7.5.1.5. Colectores horizontales de aguas residuales

Los colectores horizontales se dimensionan para funcionar a media de sección, hasta un máximo de tres cuartos de sección, bajo condiciones de flujo uniforme.

El diámetro de los colectores horizontales se obtiene en la tabla 2.7.4 en función del máximo número de UD y de la pendiente.

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
1 %	Pendiente 2 %	4 %	
-	20	25	50
-	24	29	63
-	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.290	315
8.300	10.000	12.000	350

Tabla 2.7.4. Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada.

2.7.5.2. DIMENSIONADO DE LA RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

2.7.5.2.1. Red de evacuación de aguas pluviales

El área de la superficie de paso del elemento filtrante de una caldereta debe estar comprendida entre 1,5 y 2 veces la sección recta de la tubería a la que se conecta.

El número mínimo de sumideros que deben disponerse es el indicado en la tabla 2.7.5, en función de la superficie proyectada horizontalmente de la cubierta a la que sirven.

El número de puntos de recogida debe ser suficiente para que no haya desniveles mayores que 150 mm y pendientes máximas del 0,5 %, y para evitar una sobrecarga excesiva de la cubierta.

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)	Número de sumideros
S < 100	2
100 ≤ S < 200	3
200 ≤ S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m ²

Tabla 2.7.5. Número de sumideros en función de la superficie de cubierta.

2.7.5.2.2. Bajantes de aguas pluviales

ANEXOS

El diámetro correspondiente a la superficie, en proyección horizontal, servida por cada bajante de aguas pluviales se obtiene en la tabla 2.7.6:

Superficie en proyección horizontal servida (m ²)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Tabla 2.7.6. Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h.

2.7.5.2.3. Colectores de aguas pluviales

Los colectores de aguas pluviales se calculan a sección llena en régimen permanente.

El diámetro de los colectores de aguas pluviales se obtiene en la tabla 2.7.7, en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve.

Superficie proyectada (m ²)			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

Tabla 2.7.7. Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h.

2.7.5.3. DIMENSIONADO DE LAS ARQUETAS

En la tabla 2.7.8 se obtienen las dimensiones mínimas necesarias (longitud L y anchura A mínimas) de una arqueta en función del diámetro del colector de salida de ésta.

L x A [cm]	Diámetro del colector de salida [mm]								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

Tabla 2.7.8. Dimensiones de las arquetas.

2.7.5.4. DIMENSIONADO DE LOS SISTEMAS DE ELEVACIÓN Y BOMBEO

Debido a las características de la obra, al no disponer de planta sótano y situar los colectores, arquetas, arquetas sifónicas y pozos de registro a un desnivel máximo de 1m bajo rasante, podemos realizar el desagüe de las aguas fecales y pluviales por gravedad hasta la acometida.

No obstante, hemos decidido incluir en el presente anexo las características principales y la puesta en obra de un sistema de elevación y bombeo. Donde una de las principales características de la nueva normativa CTE-DB-HS5, consiste en la colocación cuando fuera necesario dicho sistema, de dos bombas de elevación con conexión a grupos eléctricos de seguridad en caso de fallo en el suministro eléctrico.

2.7.5.4.1. Dimensionado del depósito de recepción

El dimensionado del depósito se hace de forma que se limite el número de arranques y paradas de las bombas, considerando aceptable que éstas sean 12 veces a la hora, como máximo.

La capacidad del depósito se calcula con la expresión:

$$V_u = 0,3 \cdot Q_b \text{ (dm}^3\text{)}$$

Expresión 2.7.1.

Siendo:

Q_b caudal de la bomba (dm³/s).

Esta capacidad debe ser mayor que la mitad de la aportación media diaria de aguas residuales.

El caudal de entrada de aire al depósito debe ser igual al de las bombas.

El diámetro de la tubería de ventilación debe ser como mínimo igual a la mitad del de la acometida y, al menos, de 80 mm.

2.7.5.4.2. Cálculo de las bombas de elevación

El caudal de cada bomba debe ser igual o mayor que el 125 % del caudal de aportación, siendo todas las bombas iguales.

La presión manométrica de la bomba se obtendrá como resultado de sumar la altura geométrica entre el punto más alto al que la bomba debe elevar las aguas y el nivel mínimo de las mismas en el depósito, y la pérdida de presión producida a lo largo de la tubería, calculada por los métodos usuales, desde la boca de la bomba hasta el punto más elevado.

Desde el punto de conexión con el colector horizontal, o desde el punto de elevación, la tubería se dimensionará como cualquier otro colector horizontal por los métodos ya señalados.

2.7.6. EJECUCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

2.7.6.1. EJECUCIÓN DE LOS PUNTOS DE CAPTACIÓN

2.7.6.1.1. Válvulas de desagüe

Su ensamblaje e interconexión se efectuará mediante juntas mecánicas con tuerca y junta tórica. Todas irán dotadas de su correspondiente tapón y cadeneta, salvo que sean automáticas o con dispositivo incorporado a la grifería, y juntas de estanqueidad para su acoplamiento al aparato sanitario.

Las rejillas de todas las válvulas serán de latón cromado o de acero inoxidable, excepto en fregaderos en los que serán necesariamente de acero inoxidable. La unión entre rejilla y válvula se realizará mediante tornillo de acero inoxidable roscado sobre tuerca de latón inserta en el cuerpo de la válvula.

En el montaje de válvulas no se permitirá la manipulación de las mismas, quedando prohibida la unión con enmasillado. Cuando el tubo sea de polipropileno, no se utilizará líquido soldador.

2.7.6.1.2. Sifones individuales y botes sifónicos

Tanto los sifones individuales como los botes sifónicos serán accesibles en todos los casos y siempre desde el propio local en que se hallen instalados. Los cierres hidráulicos no quedarán tapados u ocultos por tabiques, forjados, etc., que dificulten o imposibiliten su acceso y mantenimiento. Los botes sifónicos empotrados en forjados sólo se podrán utilizar en condiciones ineludibles y justificadas de diseño.

Los sifones individuales llevarán en el fondo un dispositivo de registro con tapón roscado y se instalarán lo más cerca posible de la válvula de descarga del aparato sanitario o en el mismo aparato sanitario, para minimizar la longitud de tubería sucia en contacto con el ambiente.

La distancia máxima, en sentido vertical, entre la válvula de desagüe y la corona del sifón debe ser igual o inferior a 60 cm, para evitar la pérdida del sello hidráulico.

Cuando se instalen sifones individuales, se dispondrán en orden de menor a mayor altura de los respectivos cierres hidráulicos a partir de la embocadura a la bajante o al manguetón del inodoro, si es el caso, donde desembocarán los restantes aparatos aprovechando el máximo desnivel posible en el desagüe de cada uno de ellos. Así, el más próximo a la bajante será la bañera, después el bidé y finalmente el o los lavabos.

No se podrán conectar desagües procedentes de ningún otro tipo de aparato sanitario a botes sifónicos que recojan desagües de urinarios.

Los botes sifónicos quedarán enrasados con el pavimento y serán registrables mediante tapa de cierre hermético, estanca al aire y al agua.

La conexión de los ramales de desagüe al bote sifónico se realizará a una altura mínima de 20 mm y el tubo de salida como mínimo a 50 mm, formando así un cierre hidráulico. La conexión del tubo de salida a la bajante no se realizará a un nivel inferior al de la boca del bote para evitar la pérdida del sello hidráulico.

El diámetro de los botes sifónicos será como mínimo de 110 mm.

Los botes sifónicos llevarán incorporada una válvula de retención contra inundaciones con boya flotador y desmontable para acceder al interior. Así mismo, contarán con un tapón de registro de acceso directo al tubo de evacuación para eventuales atascos y obstrucciones.

No se permitirá la conexión al sifón de otro aparato del desagüe de electrodomésticos, aparatos de bombeo o fregaderos con triturador.

2.7.6.1.3. Calderetas o cazoletas y sumideros

La superficie de la boca de la caldereta será como mínimo un 50 % mayor que la sección de bajante a la que sirve. Tendrá una profundidad mínima de 15 cm y un solape también mínimo de 5 cm bajo el solado. Irán provistas de rejillas, planas en el caso de cubiertas transitables y esféricas en las no transitables.

Tanto en las bajantes mixtas como en las bajantes de pluviales, la caldereta se instalará en paralelo con la bajante, a fin de poder garantizar el funcionamiento de la columna de ventilación.

Los sumideros de recogida de aguas pluviales, tanto en cubiertas, como en terrazas serán de tipo sifónico, capaces de soportar, de forma constante, cargas de 100 kg/cm². El sellado estanco entre al impermeabilizante y el sumidero se realizará mediante apriete mecánico tipo “brida” de la tapa del sumidero sobre el cuerpo del mismo. Así mismo, el impermeabilizante se protegerá con una brida de material plástico.

El sumidero, en su montaje, permitirá absorber diferencias de espesores de suelo, de hasta 90 mm.

El sumidero sifónico se dispondrá a una distancia de la bajante inferior o igual a 5 m, y se garantizará que en ningún punto de la cubierta se supera una altura de 15 cm de hormigón de pendiente. Su diámetro será superior a 1,5 veces el diámetro de la bajante a la que desagua.

2.7.6.2. EJECUCIÓN DE LAS REDES DE EVACUACIÓN

Las redes serán estancas y no presentarán exudaciones ni estarán expuestas a obstrucciones.

Se evitarán los cambios bruscos de dirección y se utilizarán piezas especiales adecuadas. Se evitará el enfrentamiento de dos ramales sobre una misma tubería colectiva.

Se sujetarán mediante bridas o ganchos dispuestos cada 700 mm para tubos de diámetro no superior a 50 mm y cada 500 mm para diámetros superiores. Cuando la sujeción se realice a

paramentos verticales, estos tendrán un espesor mínimo de 9 cm. Las abrazaderas de cuelgue de los forjados llevarán forro interior elástico y serán regulables para darles la pendiente adecuada.

En el caso de tuberías empotradas se aislarán para evitar corrosiones, aplastamientos o fugas. Igualmente, no quedarán sujetas a la obra con elementos rígidos tales como yesos o morteros.

Los pasos a través de forjados, o de cualquier elemento estructural, se harán con contratubo de material adecuado, con una holgura mínima de 10 mm, que se retacará con masilla asfáltica o material elástico.

Cuando el manguetón del inodoro sea de plástico, se acoplará al desagüe del aparato por medio de un sistema de junta de caucho de sellado hermético.

2.7.6.3. EJECUCIÓN DE BAJANTES Y VENTILACIONES

2.7.6.3.1. Ejecución de las bajantes

Las bajantes se ejecutarán de manera que queden aplomadas y fijadas a la obra, cuyo espesor no debe menor de 12 cm, con elementos de agarre mínimos entre forjados. La fijación se realizará con una abrazadera de fijación en la zona de la embocadura, para que cada tramo de tubo sea autoportante, y una abrazadera de guiado en las zonas intermedias. La distancia entre abrazaderas debe ser de 15 veces el diámetro, y podrá tomarse la tabla 2.7.9 como referencia, para tubos de 3 m.

Diámetro del tubo en mm	40	50	63	75	110	125	160
Distancia en m	0,4	0,8	1,0	1,1	1,5	1,5	1,5

Tabla 2.7.9. Distancia entre abrazaderas.

Las uniones de los tubos y piezas especiales de las bajantes de PVC se sellarán con colas sintéticas impermeables de gran adherencia dejando una holgura en la copa de 5 mm, aunque también se podrá realizar la unión mediante junta elástica.

Las bajantes, en cualquier caso, se mantendrán separadas de los paramentos, para, por un lado poder efectuar futuras reparaciones o acabados, y por otro lado no afectar a los mismos por las posibles condensaciones en la cara exterior de las mismas.

A las bajantes que discurriendo vistas, se les presuponga un cierto riesgo de impacto, se les dotará de la adecuada protección que lo evite en lo posible.

2.7.6.3.2. Ejecución de las redes de ventilación

Las ventilaciones primarias irán provistas del correspondiente accesorio estándar que garantice la estanqueidad permanente del remate entre impermeabilizante y tubería.

En las bajantes mixtas o residuales, que vayan dotadas de columna de ventilación paralela, ésta se montará lo más próxima posible a la bajante; para la interconexión entre ambas se utilizarán accesorios estándar del mismo material de la bajante, que garanticen la absorción de las distintas dilataciones que se produzcan en las dos conducciones, bajante y ventilación. Dicha interconexión se realizará en cualquier caso, en el sentido inverso al del flujo de las aguas, a fin de impedir que éstas penetren en la columna de ventilación.

Los pasos a través de forjados se harán en idénticas condiciones que para las bajantes, según el material de que se trate. Igualmente, dicha columna de ventilación debe quedar fijada a muro de espesor no menor de 9 cm, mediante abrazaderas, no menos de 2 por tubo y con distancias máximas de 150 cm.

Las válvulas de aireación se montarán entre el último y el penúltimo aparato, y por encima, de 1 a 2 m, del nivel del flujo de los aparatos. Se colocarán en un lugar ventilado y accesible. La unión podrá ser por presión con junta de caucho o sellada con silicona.

2.7.6.4. EJECUCIÓN DE ALBAÑALES Y COLECTORES

2.7.6.4.1. Ejecución de la red horizontal colgada

El entronque con la bajante se mantendrá libre de conexiones de desagüe a una distancia igual o mayor que 1 m a ambos lados.

Se situará un tapón de registro en cada entronque y en tramos rectos cada 15 m, que se instalarán en la mitad superior de la tubería.

En los cambios de dirección se situarán codos de 45°, con registro roscado.

La separación entre abrazaderas será función de la flecha máxima admisible por el tipo de tubo, siendo:

- En tubos de PVC y para todos los diámetros, 0,3 cm.
- En tubos de fundición, y para todos los diámetros, 0,3 cm.

Aunque se debe comprobar la flecha máxima citada, se incluirán abrazaderas cada 1,50 m, para todo tipo de tubos, y la red quedará separada de la cara inferior del forjado un mínimo de 5 cm. Estas abrazaderas, con las que se sujetarán al forjado, serán de hierro galvanizado y dispondrán de forro interior elástico, siendo regulables para darles la pendiente deseada. Se dispondrán sin apriete en las gargantas de cada accesorio, estableciéndose de ésta forma los puntos fijos; los restantes soportes serán deslizantes y soportarán únicamente la red.

Cuando la generatriz superior del tubo quede a más de 25 cm del forjado que la sustenta, todos los puntos fijos de anclaje de la instalación se realizarán mediante silletas o trapecios de fijación, por medio de tirantes anclados al forjado en ambos sentidos (aguas arriba

y aguas abajo) del eje de la conducción, a fin de evitar el desplazamiento de dichos puntos por pandeo del soporte.

En todos los casos se instalarán los absorbedores de dilatación necesarios. En tuberías encoladas se utilizarán manguitos de dilatación o uniones mixtas (encoladas con juntas de goma) cada 10 m.

La tubería principal se prolongará 30 cm desde la primera toma para resolver posibles obturaciones.

Los pasos a través de elementos de fábrica se harán con contra-tubo de algún material adecuado, con las holguras correspondientes, según se ha indicado para las bajantes.

2.7.6.4.2. Ejecución de la red horizontal enterrada

La unión de la bajante a la arqueta se realizará mediante un manguito deslizante arenado previamente y recibido a la arqueta. Este arenado permitirá ser recibido con mortero de cemento en la arqueta, garantizando de esta forma una unión estanca.

Si la distancia de la bajante a la arqueta de pie de bajante es larga se colocará el tramo de tubo entre ambas sobre un soporte adecuado que no limite el movimiento de este, para impedir que funcione como ménsula.

Para la unión de los distintos tramos de tubos dentro de las zanjás, se considerará la compatibilidad de materiales y sus tipos de unión:

- Para tuberías de PVC, no se admitirán las uniones fabricadas mediante soldadura o pegamento de diversos elementos, las uniones entre tubos serán de enchufe o cordón con junta de goma, o pegado mediante adhesivos.

Cuando exista la posibilidad de invasión de la red por raíces de las plantaciones inmediatas a ésta, se tomarán las medidas adecuadas para impedirlo tales como disponer mallas de geotextil.

2.7.6.4.3. Ejecución de las zanjás

Las zanjás se ejecutarán en función de las características del terreno y de los materiales de las canalizaciones a enterrar. Se considerarán tuberías más deformables que el terreno las de materiales plásticos, y menos deformables que el terreno las de fundición, hormigón y gres.

Sin perjuicio del estudio particular del terreno que pueda ser necesario, se tomarán de forma general, las siguientes medidas.

Zanjás para tuberías de materiales plásticos:

Las zanjas serán de paredes verticales; su anchura será el diámetro del tubo más 500 mm, y como mínimo de 0,60 m.

Su profundidad vendrá definida en el proyecto, siendo función de las pendientes adoptadas. Si la tubería discurre bajo calzada, se adoptará una profundidad mínima de 80 cm, desde la clave hasta la rasante del terreno.

Los tubos se apoyarán en toda su longitud sobre un lecho de material granular (arena/grava) o tierra exenta de piedras de un grueso mínimo de 10 + diámetro exterior/ 10 cm. Se compactarán los laterales y se dejarán al descubierto las uniones hasta haberse realizado las pruebas de estanqueidad. El relleno se realizará por capas de 10 cm, compactando, hasta 30 cm del nivel superior en que se realizará un último vertido y la compactación final.

La base de la zanja, cuando se trate de terrenos poco consistentes, será un lecho de hormigón en toda su longitud. El espesor de este lecho de hormigón será de 15 cm y sobre él irá el lecho descrito en el párrafo anterior.

2.7.6.5. EJECUCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CONEXIÓN DE LAS REDES ENTERRADAS

2.7.6.5.1. Arquetas

Si son fabricadas “in situ” podrán ser construidas con fábrica de ladrillo macizo de medio pie de espesor, enfoscada y bruñida interiormente, se apoyarán sobre una solera de hormigón H-100 de 10 cm de espesor y se cubrirán con una tapa de hormigón prefabricado de 5 cm de espesor. El espesor de las realizadas con hormigón será de 10 cm. La tapa será hermética con junta de goma para evitar el paso de olores y gases.

Las arquetas sumidero se cubrirán con rejilla metálica apoyada sobre angulares. Cuando estas arquetas sumideros tengan dimensiones considerables, como en el caso de rampas de garajes, la rejilla plana será desmontable. El desagüe se realizará por uno de sus laterales, con un diámetro mínimo de 110 mm, vertiendo a una arqueta sifónica o a un separador de grasas y fangos.

En las arquetas sifónicas, el conducto de salida de las aguas irá provisto de un codo de 90°, siendo el espesor de la lámina de agua de 45 cm.

Los encuentros de las paredes laterales se deben realizar a media caña, para evitar el depósito de materias sólidas en las esquinas. Igualmente, se conducirán las aguas entre la entrada y la salida mediante medias cañas realizadas sobre cama de hormigón formando pendiente.

2.7.6.5.2. Pozos

Si son fabricados “in situ”, se construirán con fábrica de ladrillo macizo de 1 pie de espesor que irá enfoscada y bruñida interiormente. Se apoyará sobre solera de hormigón H-100

de 20 cm de espesor y se cubrirá con una tapa hermética de hierro fundido. Los prefabricados tendrán unas prestaciones similares.

2.7.6.5.3. Separadores

Si son fabricados “in situ”, se construirán con fábrica de ladrillo macizo de 1 pie de espesor que irá enfoscada y bruñida interiormente. Se apoyará sobre solera de hormigón H-100 de 20 cm de espesor y se cubrirá con una tapa hermética de hierro fundido, practicable.

En el caso que el separador se construya en hormigón, el espesor de las paredes será como mínimo de 10 cm y la solera de 15 cm. Deben estar dotados de una eficaz ventilación, que se realizará con tubo de 100 mm, hasta la cubierta del edificio.

El material de revestimiento será inatacable pudiendo realizarse mediante materiales cerámicos o vidriados.

El conducto de alimentación al separador llevará un sifón tal que su generatriz inferior esté a 5 cm sobre el nivel del agua en el separador siendo de 10 cm la distancia del primer tabique interior al conducto de llegada. Estos serán inamovibles sobresaliendo 20 cm del nivel de aceites y teniendo, como mínimo, otros 20 cm de altura mínima sumergida. Su separación entre sí será, como mínimo, la anchura total del separador de grasas. Los conductos de evacuación serán de gres vidriado con una pendiente mínima del 3 % para facilitar una rápida evacuación a la red general.

2.7.6.6. EJECUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE ELEVACIÓN Y BOMBEO

2.7.6.6.1. Depósito de recepción

El depósito acumulador de aguas residuales debe ser de construcción estanca para evitar la salida de malos olores y estará dotado de una tubería de ventilación con un diámetro igual a la mitad del de acometida y como mínimo de 80 mm.

Tendrá, preferiblemente, en planta una superficie de sección circular, para evitar la acumulación de depósitos sólidos.

Debe quedar un mínimo de 10 cm entre el nivel máximo del agua en el depósito y la generatriz inferior de la tubería de acometida, o de la parte más baja de las generatrices inferiores de las tuberías de acometida, para evitar su inundación y permitir la circulación del aire.

Se dejarán al menos 20 cm entre el nivel mínimo del agua en el depósito y el fondo para que la boca de aspiración de la bomba esté siempre sumergida, aunque esta cota podrá variar según requisitos específicos del fabricante.

La altura total será de al menos 1 m, a la que habrá que añadir la diferencia de cota entre el nivel del suelo y la generatriz inferior de la tubería, para obtener la profundidad total del depósito.

2.7.6.6.2. Dispositivos de elevación y control

Las bombas tendrán un diseño que garantice una protección adecuada contra las materias sólidas en suspensión en el agua.

Para controlar la marcha y parada de la bomba se utilizarán interruptores de nivel, instalados en los niveles alto y bajo respectivamente. Se instalará además un nivel de alarma por encima del nivel superior y otro de seguridad por debajo del nivel mínimo.

Si las bombas son dos o más, se multiplicará proporcionalmente el número de interruptores. Se añadirá, además un dispositivo para alternar el funcionamiento de las bombas con el fin de mantenerlas en igual estado de uso, con un funcionamiento de las bombas secuencial.

Cuando exista riesgo de flotación de los equipos, éstos se fijarán a su alojamiento para evitar dicho riesgo. En caso de existencia de fosa seca, ésta dispondrá de espacio suficiente para que haya, al menos, 600 mm alrededor y por encima de las partes o componentes que puedan necesitar mantenimiento. Igualmente, se le dotará de sumidero de al menos 100 mm de diámetro, ventilación adecuada e iluminación mínima de 200 lux.

Todas las conexiones de las tuberías del sistema de bombeo y elevación estarán dotadas de los elementos necesarios para la no transmisión de ruidos y vibraciones. El depósito de recepción que contenga residuos fecales no estará integrado en la estructura del edificio.

En la entrada del equipo se dispondrá una llave de corte, así como a la salida y después de la válvula de retención. No se realizará conexión alguna en la tubería de descarga del sistema. No se conectará la tubería de descarga a bajante de cualquier tipo. La conexión con el colector de desagüe se hará siempre por gravedad. En la tubería de descarga no se colocarán válvulas de aireación.

2.7.6.7. PRUEBAS

2.7.6.7.1. Pruebas de estanqueidad parcial

Se realizarán pruebas de estanqueidad parcial descargando cada aparato aislado o simultáneamente, verificando los tiempos de desagüe, los fenómenos de sifonado que se produzcan en el propio aparato o en los demás conectados a la red, ruidos en desagües y tuberías y comprobación de cierres hidráulicos.

No se admitirá que quede en el sifón de un aparato una altura de cierre hidráulico inferior a 25 mm.

Las pruebas de vaciado se realizarán abriendo los grifos de los aparatos, con los caudales mínimos considerados para cada uno de ellos y con la válvula de desagüe asimismo abierta; no se acumulará agua en el aparato en el tiempo mínimo de 1 minuto.

En la red horizontal se probará cada tramo de tubería, para garantizar su estanqueidad introduciendo agua a presión (entre 0,3 y 0,6 bar) durante diez minutos.

Las arquetas y pozos de registro se someterán a idénticas pruebas llenándolos previamente de agua y observando si se advierte o no un descenso de nivel.

Se controlarán al 100 % las uniones, entronques y/o derivaciones.

2.7.6.7.2. Pruebas de estanqueidad total

Las pruebas deben hacerse sobre el sistema total, bien de una sola vez o por partes podrán según las prescripciones siguientes.

2.7.6.7.3. Prueba con agua

La prueba con agua se efectuará sobre las redes de evacuación de aguas residuales y pluviales. Para ello, se taponarán todos los terminales de las tuberías de evacuación, excepto los de cubierta, y se llenará la red con agua hasta rebosar.

La presión a la que debe estar sometida cualquier parte de la red no debe ser inferior a 0,3 bar, ni superar el máximo de 1 bar.

Si el sistema tuviese una altura equivalente más alta de 1 bar, se efectuarán las pruebas por fases, subdividiendo la red en partes en sentido vertical.

Si se prueba la red por partes, se hará con presiones entre 0,3 y 0,6 bar, suficientes para detectar fugas.

Si la red de ventilación está realizada en el momento de la prueba, se le someterá al mismo régimen que al resto de la red de evacuación.

La prueba se dará por terminada solamente cuando ninguna de las uniones acusen pérdida de agua.

2.7.7. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

2.7.7.1. INTRODUCCIÓN

El objetivo fundamental en el diseño de una instalación de saneamiento, en un edificio de viviendas, es evacuar el agua procedente de la lluvia y de los aparatos de descarga hasta la instalación de saneamiento de la urbanización.

A la hora de realizar el cálculo para el correcto dimensionado de todos los elementos de la instalación, tanto de evacuación de aguas residuales como pluviales, nos basaremos principalmente en las tablas mostradas en el presente anexo, en función del tipo de tramo y los aparatos o áreas que en el descarguen.

El problema puede abordarse desde dos puntos de vista diferentes:

- **Diseño:** a partir de una serie de datos de agua recogida y distribución obtenemos las dimensiones adecuadas de las conducciones.

Se debe tener en cuenta las siguientes pautas:

- **Exigencias de caudal a evacuar:** Es necesario respetar una serie de condicionantes en recogida de aguas fecales y aguas pluviales.
- **Facilidad de construcción:** El empleo de materiales, diámetros y otros elementos fácilmente disponibles en el mercado, se ajustarán a las normas en dimensiones y en comportamiento.
- **Mantenimiento:** Es necesario conseguir un buen funcionamiento de la instalación para evitar un excesivo y costoso mantenimiento correctivo, facilitando el mantenimiento preventivo, es fundamental.
- **Economía:** No basta con que la instalación funcione. Ésta debe comportar, además, un coste razonable evitando en lo posible sobredimensionar.

Una vez obtenidos todos los datos necesarios, se efectuaremos el cálculo con los datos tabulados adecuados en cada caso.

2.7.7.2. UNIDADES DE DESAGÜE

A la hora de realizar el cálculo, consideramos la probabilidad de uso simultáneo de los aparatos sanitarios.

Como base de diseño de las tuberías por el método de las unidades de desagüe, hemos establecido que una unidad de desagüe (UD), corresponde a 0.47 litros / segundo. No obstante las tablas del presente anexo ya fijan el diámetro de las tuberías según su función y el aparato que derivan.

2.7.7.3. CAUDALES DE DESCARGA POR ÁREA

El caudal a partir del cual se realizará el dimensionado y la comprobación de tuberías para evacuación de aguas pluviales se calcula mediante la siguiente formulación:

$$Q = C \cdot I \cdot A \quad \text{Expresión 2.7.2.}$$

Donde:

Q: Caudal de cálculo.

C: Coeficiente de filtración, que generalmente es igual a 1.

I: Intensidad pluviométrica máxima en una hora.

A: Área de drenaje, en proyección horizontal.

La intensidad pluviométrica máxima en una hora es un parámetro que depende fundamentalmente de la situación geográfica, y de otros como el período de retorno y la duración de la lluvia.

2.7.8. RESULTADOS OBTENIDOS DEL CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

2.7.8.1. DATOS DE LA OBRA

Intensidad de lluvia: 70.00 mm/h.

Distancia máxima entre inodoro y bajante: 1.00 m.

Distancia máxima entre bote sifónico y bajante: 2.00 m.

2.7.8.2. DIÁMETROS DE LOS TUBOS DE SANEAMIENTO EN PVC

PVC LISO	
Descripción: Serie B (UNE-EN 1329)	
Coef. Manning: 0.009	
Referencias	Diámetro interno
Ø32	26.0
Ø40	34.0
Ø50	44.0
Ø63	57.0
Ø75	69.0
Ø80	74.0
Ø82	76.0
Ø90	84.0
Ø100	94.0

ANEXOS

Ø110	103.6
Ø125	118.6
Ø140	133.6
Ø160	153.6
Ø180	172.8
Ø200	192.2
Ø250	240.2
Ø315	302.6

2.7.8.3. DIMENSIONES DE LAS BAJANTES DEL EDIFICIO

BAJANTES				
Referencia	Planta	Descripción	Resultados	Comprobación
V5, Ventilación primaria	Planta baja - Planta 1	PVC liso-Ø100	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 9.00 Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
V6, Ventilación primaria	Planta baja - Planta 1	PVC liso-Ø100	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 10.00 Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
V7, Ventilación primaria	Planta baja - Planta 1	PVC liso-Ø100	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 14.00 Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
V1, Ventilación primaria	Planta baja - Planta 1	PVC liso-Ø100	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 16.00 Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
V2, Ventilación primaria	Planta baja - Planta 1	PVC liso-Ø100	Red de aguas pluviales Unidades de desagüe: 5.63 Área total de descarga: 136.02 m2	Se cumplen todas las comprobaciones
V3, Ventilación primaria	Planta 1 - Cubierta	PVC liso-Ø100	Red de aguas pluviales Unidades de desagüe: 9.65 Área total de descarga: 233.22 m2	Se cumplen todas las comprobaciones
	Planta baja - Planta 1	PVC liso-Ø100	Red de aguas pluviales Unidades de desagüe: 9.65 Área total de descarga: 233.22 m2	Se cumplen todas las comprobaciones

2.7.8.4. DIMENSIONES DE LOS TRAMOS HORIZONTALES DEL EDIFICIO

2.7.8.4.1. Tramos horizontales de cubierta

ANEXOS

CUBIERTA			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A2 -> A3	Ramal, PVC liso-Ø100 Longitud: 7.10 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas pluviales Unidades de desagüe: 7.7 Uds. Área total de descarga: 185.94 m ²	Se cumplen todas las comprobaciones
A1 -> A4	Ramal, PVC liso-Ø82 Longitud: 5.65 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas pluviales Unidades de desagüe: 2.5 Uds. Área total de descarga: 59.69 m ²	Se cumplen todas las comprobaciones
A3 -> N1	Ramal, PVC liso-Ø100 Longitud: 4.82 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas pluviales Unidades de desagüe: 9.6 Uds. Área total de descarga: 233.22 m ²	Se cumplen todas las comprobaciones
A4 -> A2	Ramal, PVC liso-Ø82 Longitud: 5.95 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas pluviales Unidades de desagüe: 4.9 Uds. Área total de descarga: 119.53 m ²	Se cumplen todas las comprobaciones

2.7.8.4.2. Tramos horizontales de la primera planta

PLANTA 1			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A2 -> N6	Ramal, PVC liso-Ø100 Longitud: 0.74 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 5.0 Uds. Descarga a bajante Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
A3 -> N5	Ramal, PVC liso-Ø100 Longitud: 0.53 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 5.0 Uds. Descarga a bajante Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
A4 -> N5	Ramal, PVC liso-Ø100 Longitud: 0.78 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 5.0 Uds. Descarga a bajante Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
A5 -> N1	Ramal, PVC liso-Ø100 Longitud: 0.74 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 5.0 Uds. Descarga a bajante Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
A6 -> A7	Ramal, PVC liso-Ø40 Longitud: 0.70 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A7 -> A8	Ramal, PVC liso-Ø50 Longitud: 0.70 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 4.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones

ANEXOS

	Pendiente: 2.0 %		
A8 -> N4	Ramal, PVC liso-Ø50 Longitud: 0.40 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds. Descarga a bajante Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
A9 -> A16	Ramal, PVC liso-Ø40 Longitud: 1.10 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A10 -> A16	Ramal, PVC liso-Ø40 Longitud: 1.22 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A11 -> A17	Ramal, PVC liso-Ø40 Longitud: 0.93 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A12 -> A17	Ramal, PVC liso-Ø40 Longitud: 0.87 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A14 -> A19	Ramal, PVC liso-Ø75 Longitud: 1.35 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 8.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A15 -> A14	Ramal, PVC liso-Ø50 Longitud: 1.40 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A16 -> N1	Ramal, PVC liso-Ø50 Longitud: 1.90 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 4.0 Uds. Descarga a bajante Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
A17 -> A1	Ramal, PVC liso-Ø50 Longitud: 0.92 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 4.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A20 -> N2	Ramal, PVC liso-Ø82 Longitud: 5.08 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas pluviales Unidades de desagüe: 5.6 Uds. Área total de descarga: 136.02 m ²	Se cumplen todas las comprobaciones
A18 -> A21	Ramal, PVC liso-Ø82 Longitud: 4.80 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas pluviales Unidades de desagüe: 2.0 Uds. Área total de descarga: 47.75 m ²	Se cumplen todas las comprobaciones
A21 -> A20	Ramal, PVC liso-Ø82 Longitud: 10.05 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas pluviales Unidades de desagüe: 3.8 Uds. Área total de descarga: 91.09 m ²	Se cumplen todas las comprobaciones

ANEXOS

A13 -> A19	Ramal, PVC liso-Ø40 Longitud: 0.60 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A19 -> N4	Ramal, PVC liso-Ø75 Longitud: 1.46 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 10.0 Uds. Descarga a bajante Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones
A1 -> N6	Ramal, PVC liso-Ø100 Longitud: 0.57 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 9.0 Uds. Descarga a bajante Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones

2.7.8.4.3. Tramos horizontales de la planta baja

PLANTA BAJA O PRINCIPAL			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A24 -> A27	Ramal, PVC liso-Ø50 Longitud: 1.90 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 4.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A25 -> A2	Ramal, PVC liso-Ø50 Longitud: 0.89 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 4.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A27 -> N11	Colector, PVC liso-Ø125 Longitud: 3.05 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 38.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A26 -> A27	Colector, PVC liso-Ø125 Longitud: 1.15 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 20.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A28 -> N10	Colector, PVC liso-Ø125 Longitud: 3.05 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 28.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N2 -> N6	Colector, PVC liso-Ø125 Longitud: 0.85 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 20.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N3 -> N4	Colector, PVC liso-Ø125 Longitud: 0.85 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 32.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N4 -> N8	Colector, PVC liso-Ø125 Longitud: 0.55 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 34.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones

ANEXOS

	Pendiente: 2.0 %		
N5 -> A33	Colector, PVC liso-Ø125 Longitud: 5.35 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 46.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A30 -> N13	Colector, PVC liso-Ø125 Longitud: 1.95 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 29.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N6 -> N3	Colector, PVC liso-Ø125 Longitud: 0.60 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 26.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N8 -> N5	Colector, PVC liso-Ø125 Longitud: 0.15 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 40.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N11 -> N10	Colector, PVC liso-Ø125 Longitud: 3.30 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 38.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A29 -> N1	Colector, PVC liso-Ø125 Longitud: 4.15 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 95.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N13 -> A29	Colector, PVC liso-Ø125 Longitud: 1.15 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 95.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N10 -> N13	Colector, PVC liso-Ø125 Longitud: 2.80 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 66.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A33 -> N1	Colector, PVC liso-Ø125 Longitud: 0.95 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 46.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N1 -> N12	Colector, PVC liso-Ø125 Longitud: 11.20 m Pendiente: 4.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 141.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A32 -> N14	Colector, PVC liso-Ø125 Longitud: 1.15 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas pluviales Unidades de desagüe: 5.6 Uds. Área total de descarga: 136.02 m ²	Se cumplen todas las comprobaciones
N14 -> A34	Colector, PVC liso-Ø125 Longitud: 0.65 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas pluviales Unidades de desagüe: 15.3 Uds. Área total de descarga: 369.24 m ²	Se cumplen todas las comprobaciones
A34 -> N9	Colector, PVC liso-Ø125 Longitud: 2.80 m Pendiente: 4.0 %	Red de aguas pluviales Unidades de desagüe: 15.3 Uds. Área total de descarga: 369.24 m ²	Se cumplen todas las comprobaciones

ANEXOS

A31 -> N14	Colector, PVC liso-Ø125 Longitud: 6.05 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas pluviales Unidades de desagüe: 9.6 Uds. Área total de descarga: 233.22 m2	Se cumplen todas las comprobaciones
A1 -> A30	Ramal, PVC liso-Ø100 Longitud: 0.69 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 7.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A2 -> A28	Ramal, PVC liso-Ø100 Longitud: 0.57 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 9.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A3 -> A28	Ramal, PVC liso-Ø100 Longitud: 0.74 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 5.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A4 -> A26	Ramal, PVC liso-Ø100 Longitud: 0.57 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 5.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A5 -> A26	Ramal, PVC liso-Ø100 Longitud: 0.78 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 5.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A6 -> A27	Ramal, PVC liso-Ø100 Longitud: 0.74 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 5.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A7 -> N2	Colector, PVC liso-Ø125 Longitud: 4.10 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 12.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A8 -> N6	Ramal, PVC liso-Ø50 Longitud: 1.25 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A9 -> N8	Ramal, PVC liso-Ø50 Longitud: 6.65 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A10 -> N4	Ramal, PVC liso-Ø40 Longitud: 0.75 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A11 -> N2	Ramal, PVC liso-Ø75 Longitud: 0.60 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 8.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A12 -> A13	Ramal, PVC liso-Ø40 Longitud: 0.70 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A13 -> A14	Ramal, PVC liso-Ø50	Red de aguas fecales	Se cumplen todas

ANEXOS

	Longitud: 0.70 m Pendiente: 2.0 %	Unidades de desagüe: 4.0 Uds.	las comprobaciones
A14 -> A30	Ramal, PVC liso-Ø50 Longitud: 0.41 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A15 -> A25	Ramal, PVC liso-Ø40 Longitud: 0.90 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A16 -> A1	Ramal, PVC liso-Ø40 Longitud: 1.38 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A17 -> A25	Ramal, PVC liso-Ø40 Longitud: 0.90 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A18 -> A24	Ramal, PVC liso-Ø40 Longitud: 1.10 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A19 -> A24	Ramal, PVC liso-Ø40 Longitud: 1.22 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A20 -> A7	Ramal, PVC liso-Ø50 Longitud: 0.46 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A21 -> A11	Ramal, PVC liso-Ø50 Longitud: 0.90 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A22 -> N5	Ramal, PVC liso-Ø50 Longitud: 1.25 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A23 -> N3	Ramal, PVC liso-Ø50 Longitud: 0.85 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones

2.7.8.5. NUDOS DE LA INSTALACIÓN, CODOS Y DERIVACIONES EN T

2.7.8.5.1. Nudos de la planta cubierta

CUBIERTA		
Referencia	Descripción	Resultados
A2	Descarga a red de pluviales: Descarga por área	Unidades de desagüe: 1.0 Uds.

ANEXOS

		Red de aguas pluviales
A1	Descarga a red de pluviales: Descarga por área	Unidades de desagüe: 1.0 Uds. Red de aguas pluviales
A3	Descarga a red de pluviales: Descarga por área	Unidades de desagüe: 1.0 Uds. Red de aguas pluviales
A4	Descarga a red de pluviales: Descarga por área	Unidades de desagüe: 1.0 Uds. Red de aguas pluviales
N1		Red de aguas pluviales

2.7.8.5.2. Nudos de la primera planta

PRIMERA PLANTA			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A2	Inodoro con cisterna: Ic	Unidades de desagüe: 5.0 Uds. Red de aguas fecales Distancia a la bajante: 0.74 m	
A3	Inodoro con cisterna: Ic	Unidades de desagüe: 5.0 Uds. Red de aguas fecales Distancia a la bajante: 0.53 m	
A4	Inodoro con cisterna: Ic	Unidades de desagüe: 5.0 Uds. Red de aguas fecales Distancia a la bajante: 0.78 m	
A5	Inodoro con cisterna: Ic	Unidades de desagüe: 5.0 Uds. Red de aguas fecales Distancia a la bajante: 0.74 m	
A6	Ramal, PVC liso-Ø40 Longitud: 1.00 m Urinario suspendido: Us	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A7	Ramal, PVC liso-Ø40 Longitud: 1.00 m Urinario suspendido: Us	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A8	Ramal, PVC liso-Ø40 Longitud: 1.00 m Urinario suspendido: Us	Red de aguas fecales Distancia a la bajante: 0.40 m Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A9	Ramal, PVC liso-Ø40 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A10	Ramal, PVC liso-Ø40 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones

ANEXOS

A11	Ramal, PVC liso-Ø40 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A12	Ramal, PVC liso-Ø40 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A13	Ramal, PVC liso-Ø40 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A14	Ramal, PVC liso-Ø40 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A15	Ramal, PVC liso-Ø50 Longitud: 1.00 m Fregadero de cocina: Fr	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	
A16	Bote sifónico	Red de aguas fecales	
N1		Red de aguas fecales	
A17	Bote sifónico	Red de aguas fecales	
A20	Descarga a red de pluviales: Descarga por área	Unidades de desagüe: 1.0 Uds. Red de aguas pluviales	
A18	Descarga a red de pluviales: Descarga por área	Unidades de desagüe: 1.0 Uds. Red de aguas pluviales	
A21	Descarga a red de pluviales: Descarga por área	Unidades de desagüe: 1.0 Uds. Red de aguas pluviales	
N5		Red de aguas fecales	
N6		Red de aguas fecales	
A19	Bote sifónico	Red de aguas fecales	
N4		Red de aguas fecales	
N2		Red de aguas pluviales	
N3		Red de aguas pluviales	
A1	Inodoro con cisterna: Ic	Unidades de desagüe: 5.0 Uds. Red de aguas fecales	

2.7.8.5.3. Nudos de la planta baja

PLANTA BAJA			
Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A24	Bote sifónico	Red de aguas fecales	
A25	Bote sifónico	Red de aguas fecales	

ANEXOS

A27	Arqueta	Red de aguas fecales	
A26	Arqueta	Red de aguas fecales	
A28	Arqueta	Red de aguas fecales	
N2		Red de aguas fecales	
N3		Red de aguas fecales	
N4		Red de aguas fecales	
N5		Red de aguas fecales	
A30	Arqueta	Red de aguas fecales	
N6		Red de aguas fecales	
N8		Red de aguas fecales	
N11		Red de aguas fecales	
A29	Arqueta sifónica	Red de aguas fecales	
N13		Red de aguas fecales	
N10		Red de aguas fecales	
A33	Separador de grasas y fangos	Red de aguas fecales	
N1		Red de aguas fecales	
A32	Arqueta	Red de aguas pluviales	
N12		Red de aguas fecales	
N9		Red de aguas pluviales	
N14		Red de aguas pluviales	
A34	Pozo de registro	Red de aguas pluviales	
A31	Arqueta	Red de aguas pluviales	
A1	Inodoro con cisterna: Ic	Unidades de desagüe: 5.0 Uds. Red de aguas fecales	
A2	Inodoro con cisterna: Ic	Unidades de desagüe: 5.0 Uds. Red de aguas fecales	
A3	Inodoro con cisterna: Ic	Unidades de desagüe: 5.0 Uds. Red de aguas fecales	
A4	Inodoro con cisterna: Ic	Unidades de desagüe: 5.0 Uds. Red de aguas fecales	
A5	Inodoro con cisterna: Ic	Unidades de desagüe: 5.0 Uds. Red de aguas fecales	
A6	Inodoro con cisterna: Ic	Unidades de desagüe: 5.0 Uds. Red de aguas fecales	
A7	Ramal, PVC liso-Ø50 Longitud: 1.00 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0	Se cumplen todas las

ANEXOS

		Uds.	comprobaciones
	Fregadero de cocina: Fr		
A8	Ramal, PVC liso-Ø50 Longitud: 1.00 m Fregadero de cocina: Fr	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A9	Ramal, PVC liso-Ø50 Longitud: 1.00 m Fregadero de cocina: Fr	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A10	Ramal, PVC liso-Ø40 Longitud: 1.00 m Fregadero de laboratorio, restaurante, etc.: Fl	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A11	Ramal, PVC liso-Ø40 Longitud: 1.00 m Fregadero de laboratorio, restaurante, etc.: Fl	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A12	Ramal, PVC liso-Ø40 Longitud: 1.00 m Urinario suspendido: Us	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A13	Ramal, PVC liso-Ø40 Longitud: 1.00 m Urinario suspendido: Us	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A14	Ramal, PVC liso-Ø40 Longitud: 1.00 m Urinario suspendido: Us	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A15	Ramal, PVC liso-Ø40 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A16	Ramal, PVC liso-Ø40 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A17	Ramal, PVC liso-Ø40 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A18	Ramal, PVC liso-Ø40 Longitud: 1.00 m	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0	Se cumplen todas las

ANEXOS

		Uds.	comprobaciones
	Lavabo: Lv		
A19	Ramal, PVC liso-Ø40 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A20	Ramal, PVC liso-Ø50 Longitud: 1.00 m Fregadero de cocina: Fr	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A21	Ramal, PVC liso-Ø50 Longitud: 0.50 m Lavavajillas: Lp	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A22	Ramal, PVC liso-Ø50 Longitud: 0.50 m Lavavajillas: Lp	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A23	Ramal, PVC liso-Ø50 Longitud: 0.50 m Lavadora: La	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones

ANEXO VIII

INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN Y EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VAPORES DE LAS COCINAS DEL LOCAL

2.8. ANEXO DE LA INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN Y EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VAPORES DE LAS COCINAS

2.8.1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es el de servir de base para la ejecución de las obras de la instalación de extracción y ventilación de las zonas preparadas para la elaboración de las comidas del restaurante.

Se ha decidido dedicar un anexo aparte para la ventilación y extracción de humos y vapores producidos por la elaboración de los alimentos en la zona de cocinas, para poder estudiar el caso particular diferenciándolo de la parte de ventilación de las salas comunes del local, aun perteneciendo al estudio de la climatización y la ventilación del restaurante.

Queremos informar que tanto la memoria, el estado de mediciones de los materiales necesarios, así como, el presupuesto de los mismos, de la ventilación y extracción de aire de las cocinas del local, los mantendremos dentro de la memoria, estado de mediciones y presupuesto correspondientes al capítulo; Ventilación y Climatización.

2.8.2. NORMATIVA APLICADA

C.T.E (Código técnico de la edificación) Documento Básico SI de seguridad en caso de incendio y Documento básico HS de salubridad y RITE y sus instrucciones técnicas complementarias.

Esta normativa se utiliza al tener la cocina principal del restaurante una potencia instalada, de los aparatos destinados a la preparación de alimentos, superior a 20 kW. En este caso la cocina se clasifica como local de riesgo especial y los extractores garantizarán su correcto funcionamiento durante 90 minutos a una temperatura de 400°C.

2.8.3. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA EXTRACCIÓN

La velocidad de captación del aire, será valores comprendidos entre un mínimo de 0,25 m/s y un máximo de 1 m/s; hemos elegido una velocidad de captación de humos y vapores por campana extractora de 0,5 m/s.

Todos los conductos de la instalación de extracción de las cocinas serán de chapa rectangular galvanizada, con espesores comprendidos entre 0,6-1 mm.

El caudal de aire extraído a través de campanas debe ser superior al introducido según se indica en la tabla 2.3.3 del presente anexo, a fin de mantener el local en depresión.

Características básicas de la instalación de extracción de humos y vapores de las cocinas del local:

- Los extractores garantizarán su funcionamiento durante 90 minutos a una temperatura de 400°C.
- Las campanas de extracción estarán fabricadas en material MO y situadas a más de 50cm de cualquier punto combustible no protegido.
- Los conductos de extracción serán independientes de otros sistemas y exclusivos para las cocinas.
- Los conductos serán fabricados en material MO y dispondrán de registros para inspección y limpieza.
- No se instalarán compuertas cortafuegos en los conductos.
- Los filtros estarán fabricados en material MO.
- Los filtros se colocarán a más de 1,2m al ser la cocina de gas.
- Los filtros tendrán una inclinación mayor o igual a 45° y menor o igual a 60° y serán accesibles y desmontables.

2.8.4. CARACTERÍSTICAS DE LAS CAMPANAS EXTRACTORAS

Clasificaremos los tipos de campanas extractoras instaladas en el local, según su ubicación, ya sea en la cocina principal u otras zonas, y el caudal previsto de extracción:

- Campana tipo isla de unas dimensiones de 4 m de largo y 1,4 m de ancho, con una sección libre resultante de 5,6 m². Tendrá un mínimo de dos caras abiertas. Será la campana instalada para la captación de los vapores de la preparación de alimentos de la zona isla de la cocina principal, donde estarán instalados los diferentes fogones y planchas.

$$Q \text{ campana isla} = S \cdot Vc \cdot 3600 = 5,6 \cdot 0,5 \cdot 3600 = 10.080 \text{ m}^3/\text{h}.$$

- Campana tipo mural con unas dimensiones de 2 m de largo y 0,9 m de ancho, con una sección libre de 1,8 m². Presentará una cara abierta donde irán instalados los filtros. Será la campana instalada para la captación de los vapores de la preparación de alimentos de la zona de la cocina principal, donde estarán instalados las freidoras y barbacoas.

$$Q \text{ campana mural} = 1,8 \cdot 0,5 \cdot 3600 = 3.240 \text{ m}^3/\text{h}.$$

- Para el resto de zonas destinadas a la preparación de alimentos, como son zona de repostería y preparación de platos fríos, y debido a que sus características se asemejan a la instalación de cocinas y elementos de extracción en viviendas, se instalará una campana extractora tipo decorativa de la casa BALAY modelo 3BD7124XP, con un caudal máximo de aspiración de $740 \text{ m}^3/\text{h}$.

2.8.5. CAUDAL DE EXTRACCIÓN EN LAS COCINAS

El caudal de extracción instalado corresponde a la suma del caudal de absorción de cada campana, que es de $14.800 \text{ m}^3/\text{h}$. Dicho caudal es absorbido en su totalidad por un extractor de la casa Soler&palau, con el sistema de filtrado de aire incorporado, ubicado en la cubierta del edificio y con unas características de funcionamiento durante 90 minutos a una temperatura de 400°C .

El montante desde la planta baja hasta la azotea para la conexión con el extractor será de sección rectangular y de chapa galvanizada, presentará un tramo visto desde la terraza de 4 m aproximadamente, pero sin molestar en los periodos en los que se realice actividad en la terraza. Se instalarán compuertas de mantenimiento y limpieza durante el recorrido de los conductos de extracción, con las mismas características de estabilidad al fuego que los mismos.

2.8.6. CAUDAL DE VENTILACIÓN EN COCINAS

El caudal de ventilación instalado en la zona de las cocinas, será menor que el caudal de extracción instalado. Esto se debe para conseguir una depresión dentro del local, que favorecerá la expulsión de los vapores y humos producidos en la preparación de alimentos. Se ha considerado un caudal de ventilación de aproximadamente el 75% del caudal de extracción, es decir, el caudal de ventilación será de $10.020 \text{ m}^3/\text{h}$.

El caudal de ventilación de las cocinas procede del aire del exterior recogido mediante un ventilador situado en la planta baja, con sistema de filtrado del aire incorporado, y que suministra dicho aire mediante conductos de chapa galvanizada y sección rectangular a 3 rejillas con un caudal de $3.340 \text{ m}^3/\text{h}$ cada una. Las rejillas han sido colocadas en la cocina principal y desde ésta se distribuirá el aire a las salas de repostería y platos fríos.

2.8.7. LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO

Las cocinas industriales disponen de un sistema de extracción diseñado para evacuar el humo, los vapores y los olores. Los vapores extraídos llevan un alto grado de grasa, formando una capa que recubre las superficies por donde pasan. Esta grasa es altamente inflamable, siendo el tiro del conducto adecuado para que el fuego se propague por el mismo (efecto chimenea), responsable de gran parte de los incendios producidos en los edificios.

Cuando una extracción se incendia, la grasa se hace muy líquida y, al no ser hermético en la mayor parte de las instalaciones, empieza a filtrarse a lo largo del conducto, incendiando cuanto esté a su alcance. Los conductos de extracciones muchas veces atraviesan el interior del edificio hasta llegar a la cubierta.

Además, los sistemas sucios hacen que el ventilador trabaje forzado, consumiendo más energía de la necesaria, teniendo como resultado mayores costos de energía, y generación de malos olores, por una inadecuada ventilación.

La limpieza, para que sea efectiva, se hará para eliminar la grasa de todas las superficies del sistema: campana, los filtros, los conductos horizontales y verticales y los ventiladores. No basta con limpiar la campana y el primer tramo del conducto.

Para garantizar el funcionamiento del sistema, se realizarán unas revisiones periódicas, y un mantenimiento mínimo de una vez cada seis meses para la campana y filtros, y de un año para el conducto y ventiladores.

2.8.8. CÁLCULO DE LOS CONDUCTOS DE VENTILACIÓN Y EXTRACCIÓN

2.8.8.1. GENERALIDADES

El aire que debe circular por la red de conductos, recibe la energía de impulsión (aspiración) de un ventilador. Esta energía debe ser suficiente para que el aire sea distribuido a todos los recintos en las condiciones previstas de caudal, temperatura y velocidad según las condiciones de diseño.

El problema reside en el dimensionamiento correcto de los conductos para que circule por ellos el caudal previsto y para que la energía total del aire sea capaz de vencer equilibradamente las inevitables pérdidas que se producen en todo proceso de flujo dinámico en conductos.

Estas pérdidas son de dos tipos generales:

- Pérdidas por rozamiento, debidas a la viscosidad del fluido y que dependen de la geometría, rugosidad interna de los conductos y al régimen del movimiento.
- Pérdidas dinámicas, causadas por las perturbaciones de velocidad, por cambios direccionales ó por variaciones bruscas de su valor.

2.8.8.2. CONCEPTOS

La energía suministrada por el sistema de impulsión (aspiración) se establece en forma de presiones, mediante dos componentes de presión:

1. La presión estática (P_s) que es la consecuencia de la compresión del fluido dentro del conducto. Se mide por exceso (o defecto) sobre la presión atmosférica ambiental.

Esta presión es positiva en impulsión y negativa en aspiración.

La presión estática es máxima en el punto de impulsión y decrece a lo largo del conducto por efecto de las pérdidas por fricción hasta ser prácticamente nula en la salida. Sucede lo mismo en el circuito de aspiración, aunque con valores negativos.

2. La presión dinámica (P_d) es la componente de energía debido a la velocidad del fluido, y su valor se obtiene mediante la expresión:

$$P_d = \frac{\rho \cdot V^2}{2} \quad \text{Expresión 2.8.1.}$$

Siendo:

ρ = densidad del aire circulante (Kg/m^3).

V = velocidad del aire circulante (m/s).

La presión dinámica siempre es positiva, (en el sentido de avance del aire).

Como la masa de aire transportada en la unidad de tiempo es constante a lo largo del conducto, la velocidad varía en cada cambio de sección del conducto, hasta su salida o hasta la distribución del aire en las bifurcaciones.

3. La presión total (P_t), es la resultante de la suma algebraica de $P_s + P_d$.

En un conducto de aspiración, la P_t será negativa (depresión) y siendo positiva siempre en conductos de impulsión.

2.8.8.3. PÉRDIDAS DE CARGA

El proceso fluido dinámico del aire en los conductos provoca dos tipos de pérdidas de carga: pérdidas por rozamiento y pérdidas dinámicas.

2.8.8.3.1. Pérdidas de carga por rozamiento

Se deben a la viscosidad del fluido y a las variaciones de dirección y choques de las partículas de aire dentro del régimen de turbulencia, en las condiciones habituales para la climatización.

ANEXOS

Las pérdidas se producen a todo lo largo del conducto y se expresan en valores de pérdidas de la presión total por unidad de longitud del conducto considerado: (Pa/m) ó (mm. c.a./m).

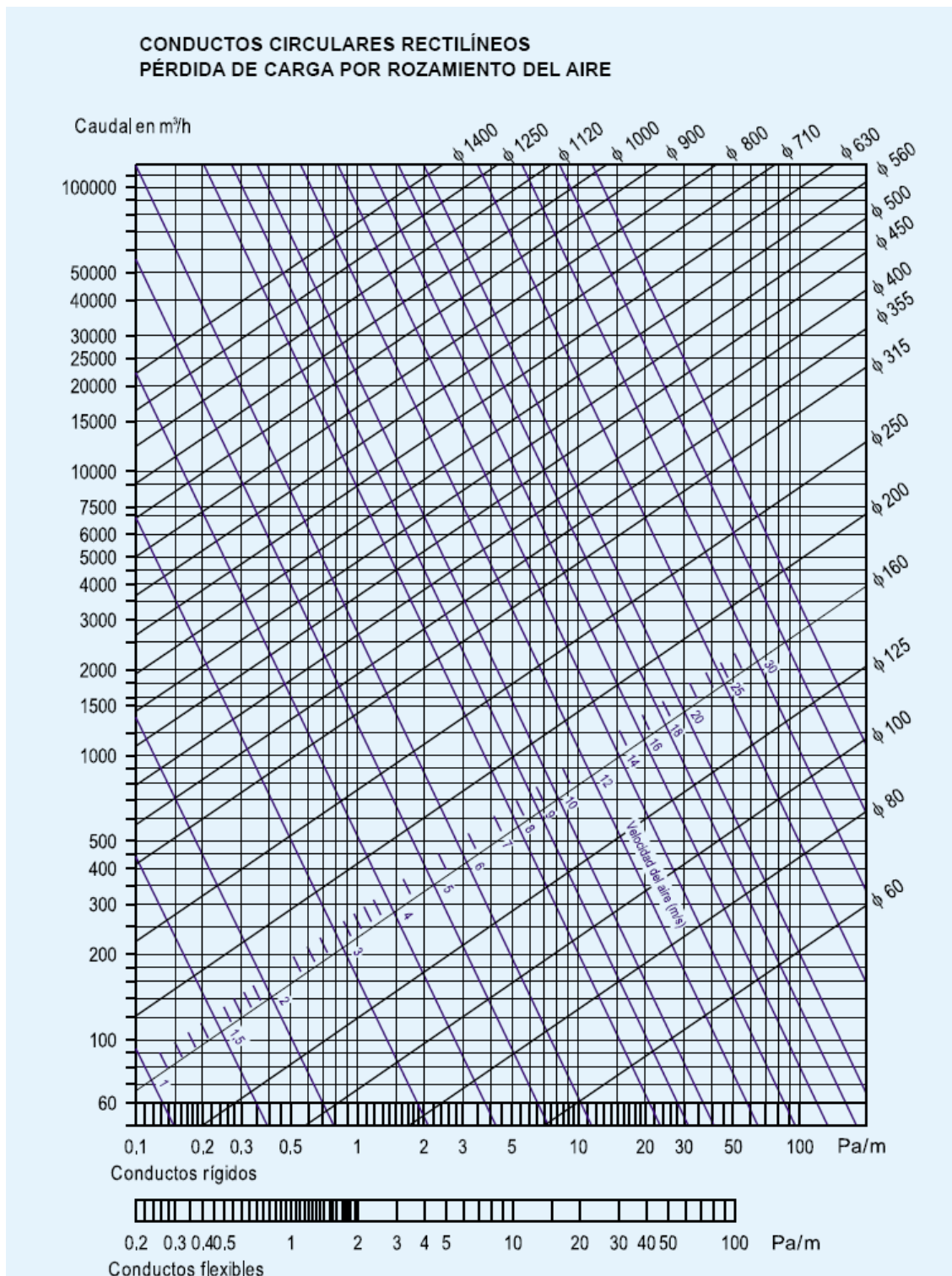
El cálculo de pérdidas de carga por formulación es complicado, ya que depende de un número de factores considerable en forma de ecuaciones exponenciales, establecidas por Darcy-Weisbach y Colebrook. Únicamente es posible la utilización de estas fórmulas, con métodos informáticos, mediante el software adecuado.

Otro método más práctico, si no se dispone de software, es la utilización de Gráficos de Rozamientos, que se establecen para una geometría del conducto, tipo de material (única rugosidad absoluta) y unas condiciones del aire en temperatura y densidad, así como de presión atmosférica (altura).

Variaciones de las condiciones señaladas en los gráficos, necesitan factores de corrección que, aplicados a los obtenidos directamente en las Gráficas de Rozamiento, darán el valor de pérdida de carga real buscado.

El cálculo de pérdidas de carga para este tipo de conductos, se realiza a partir del Gráfico de Rozamiento especialmente elaborado para estos materiales (véase el gráfico 2.8.1).

El gráfico se ha elaborado a partir del Gráfico de Rozamientos de ASHRAE para conductos cilíndricos de chapa galvanizada, con una correlación de diámetro equivalente para conductos rectangulares.



En estas condiciones, es posible la utilización directa del gráfico indicado, por lo que se procede del modo siguiente:

- Sección de referencia del conducto:

$$S_{ref} = \frac{Q}{V \cdot 3600}$$

Expresión 2.8.2.

Siendo:

S_{ref}: la sección de referencia del conducto en m².

Q: el caudal de paso por el tramo en m³/h.

V: la velocidad del aire en el conducto m/s.

- Establecer el diámetro del conducto rectangular, con una sección circular que representa las mismas pérdidas de carga para igual caudal. Para ello se utiliza la equivalencia:

$$De = 1,3 \frac{(ab)^{0,625}}{(a+b)^{0,25}} \text{ (mm)}$$

Expresión 2.8.3.

Siendo:

a y b los lados del conducto rectangular en mm.

- Conocido el caudal (m³/h), y el valor "De", se determina la pérdida de carga en el Gráfico de Rozamiento correspondiente a estos conductos.

2.8.8.3.2. Pérdidas de cargas locales

Corresponden a aquellos puntos o tramos donde el flujo sufre perturbaciones de velocidad por cambios de direcciones o variación de sus valores absolutos.

Estas pérdidas dinámicas, aunque se producen en toda la longitud de un conducto, a efectos prácticos se suponen localizadas en las zonas que afectan al cambio en la velocidad que se ha mencionado, lo que facilita el cálculo de las mismas.

Esto es válido siempre que se considere que las pérdidas de carga por rozamiento afectan a tramos rectos suficientemente largos. Si el tramo recto entre dos uniones que supongan pérdidas de carga locales, es inferior a esta cantidad, las configuraciones de la corriente no permiten este tipo de cálculo.

2.8.8.3.2.1. Coeficiente para pérdidas locales

Son valores adimensionales que responden a la relación de pérdidas de carga, (referidas a la presión total), respecto a la presión dinámica en la sección considerada:

$$C = \frac{\Delta p_t}{P_v}$$

Expresión 2.8.4.

Siendo:

C: Coeficiente de pérdidas (adimensional).

ΔP_t : Pérdida de presión total en la sección considerada (Pa).

P_v : Presión dinámica en la sección considerada (Pa).

Estos coeficientes responden a configuraciones geométricas de las uniones, así como a las características dimensionales de los conductos.

Cuando el flujo de aire cambie de dirección en un conducto, las consideraciones geométricas deben complementarse con otro coeficiente que afecta a las características propias del aire circulante, mediante correcciones debidas al número de Reynolds (Re):

$$Re = \frac{\rho \cdot D \cdot V}{\mu} \quad \text{Expresión 2.8.5.}$$

Siendo:

Re: Número de Reynolds (adimensional).

ρ : Densidad del aire (Kg/m³).

D: Diámetro equivalente del conducto (m).

V: Velocidad del aire (m/s).

μ : Viscosidad del aire (m.Pa/s).

En condiciones normales, aplicables al aire acondicionado y de ventilación:

$$Re = 6,63 \times 10^4 \cdot D \cdot V \quad \text{Expresión 2.8.6.}$$

En estos casos, el coeficiente de pérdidas viene representado por:

$$C = C' \cdot K_{Re} \quad \text{Expresión 2.8.7.}$$

Siendo:

C': Coeficiente de pérdidas por características geométricas (adimensional).

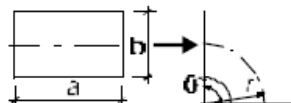
K_{Re} : Coeficiente de pérdidas por flujo (adimensional).

2.8.8.3.2.2. Valores de los coeficientes de pérdidas locales

Se indican a continuación los coeficientes C para algunas de configuraciones geométricas más usuales en los conductos de chapa galvanizada (también son aplicables para los conductos de la gama CLIMAVER) y pueden obtenerse a partir de los valores reflejados en el "Manual Fundamentals" de ASHRAE.

Codo con Radio Uniforme Y Sección Rectangular

ANEXOS



A) Codo a 90°

$$C = C' \cdot K_{Re}$$

siendo:

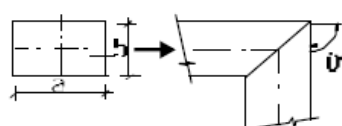
VALORES DE C'											
a/b	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0
r/b											
0,5	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	0,98	0,92	0,89	0,85	0,83
0,75	0,57	0,52	0,48	0,44	0,40	0,39	0,39	0,40	0,42	0,43	0,44
1,0	0,27	0,25	0,23	0,21	0,19	0,18	0,18	0,19	0,20	0,27	0,21
1,5	0,22	0,20	0,19	0,17	0,15	0,14	0,14	0,15	0,16	0,17	0,17
2,0	0,20	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15

VALORES DE K _{Re}									
Re · 10 ⁻⁴	1	2	3	4	6	8	10	14	20
r/b									
0,5	1,40	1,26	1,19	1,14	1,09	1,06	1,04	1,0	1,0
≥0,75	2,0	1,77	1,64	1,56	1,46	1,38	1,30	1,15	1,0

Imagen 2.8.1. Tablas de los valores del coeficiente C para codos a 90°.

Codo a bisel y sección rectangular

ANEXOS

$C = C' \cdot K_{Re}$


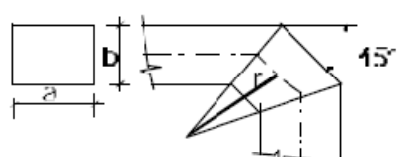
siendo:

VALORES DE C'											
a/b	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0
θ°											
20	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05
30	0,18	0,17	0,17	0,16	0,15	0,15	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11
45	0,38	0,37	0,36	0,34	0,33	0,31	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24
60	0,60	0,59	0,57	0,55	0,52	0,49	0,46	0,43	0,41	0,39	0,38
75	0,89	0,87	0,84	0,81	0,77	0,73	0,67	0,63	0,61	0,58	0,57
90	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	0,98	0,92	0,89	0,85	0,83

VALORES DE K_{Re}								
$Re \cdot 10^{-4}$	1	2	3	4	6	8	10	≥ 14
K_{Re}	1,40	1,26	1,19	1,14	1,09	1,06	1,04	1,0

Imagen 2.8.2. Tabla de los valores del coeficiente C para codos a bisel.

Codo achaflanado a 45° y sección rectangular

$C = C' \cdot K_{Re}$


siendo:

VALORES DE C'							
a/b	0,25	0,5	0,75	1	1,5	2	3
r/b							
0,5	1,3	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1	0,98
0,75	0,9	0,85	0,78	0,72	0,65	0,64	0,64
1	0,49	0,47	0,44	0,40	0,36	0,34	0,34
1,5	0,47	0,45	0,43	0,39	0,34	0,32	0,32
2	0,46	0,45	0,43	0,39	0,34	0,32	0,32

Imagen 2.8.3. Tabla de los valores del coeficiente C para codos achaflanados.

Derivación con radio y sección rectangular

ANEXOS

NOTA: solo para $\theta = 90^\circ$ y $r = b$

Q_e, A_e : caudal y área de entrada.

Q_s, A_s : caudal y área de salida (principal).

Q_d, A_d : caudal y área de la derivación.

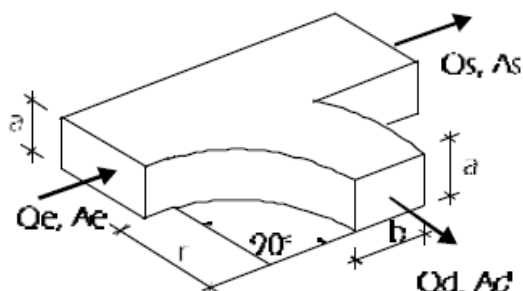


Imagen 2.8.4. Esquema de relaciones en la derivación.

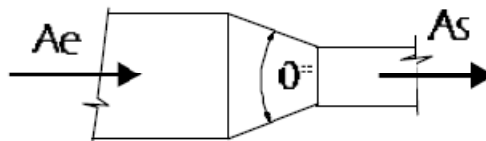
VALORES DE C_d (en DERIVACIÓN)										
Q_d/Q_e		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
A_d/A_s	A_d/A_e									
0,25	0,25	0,55	0,50	0,60	0,85	1,2	1,8	3,1	4,4	6,0
0,33	0,25	0,35	0,35	0,50	0,80	1,3	2,0	2,8	3,8	5,0
0,5	0,5	0,62	0,48	0,40	0,40	0,48	0,60	0,78	1,1	1,5
0,67	0,5	0,52	0,40	0,32	0,30	0,34	0,44	0,62	0,92	1,4
1,0	0,5	0,44	0,38	0,38	0,41	0,52	0,68	0,92	1,2	1,6
1,0	1,0	0,67	0,55	0,46	0,37	0,32	0,29	0,29	0,30	0,37
1,33	1,0	0,70	0,60	0,51	0,42	0,34	0,28	0,26	0,26	0,29
2,0	1,0	0,60	0,52	0,43	0,33	0,24	0,17	0,15	0,17	0,21

Tabla 2.8.1. Tabla de los valores del coeficiente C en la derivación.

VALORES DE C_s (en C. PRINCIPAL)										
Q_s/Q_e		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
A_d/A_s	A_d/A_e									
0,25	0,25	-0,01	-0,03	-0,01	0,05	0,13	0,21	0,29	0,38	0,46
0,33	0,25	0,08	0	-0,02	-0,01	0,02	0,08	0,16	0,24	0,34
0,5	0,5	-0,03	-0,06	-0,05	0	0,06	0,12	0,19	0,27	0,35
0,67	0,5	0,04	-0,02	-0,04	-0,03	-0,01	0,04	0,12	0,23	0,37
1,0	0,5	0,72	0,48	0,28	0,13	0,05	0,04	0,09	0,18	0,30
1,0	1,0	-0,02	-0,04	-0,04	-0,01	0,06	0,13	0,22	0,30	0,38
1,33	1,0	0,10	0	0,01	-0,03	-0,01	0,03	0,10	0,20	0,30
2,0	1,0	0,62	0,38	0,23	0,13	0,08	0,05	0,06	0,10	0,20

Tabla 2.8.2. Tabla de los valores del coeficiente C en el conducto principal.

Reducción y sección rectangular



VALORES DE C

θ°	10	15-40	50-60	90	120	150	180
Ae/As							
2	0,05	0,05	0,06	0,12	0,18	0,24	0,26
4	0,05	0,04	0,07	0,17	0,27	0,35	0,41
6	0,05	0,04	0,07	0,18	0,28	0,36	0,42
10	0,05	0,05	0,08	0,19	0,29	0,37	0,43

Imagen 2.8.4. Tabla de los valores del coeficiente C para reducciones.

2.8.9. RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS DE VENTILACIÓN Y EXTRACCIÓN EN LAS COCINAS

2.8.9.1. RESULTADOS DE LA INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN

2.8.9.1.1. Estimación del diámetro equivalente

Para realizar el dimensionado de los conductos de ventilación de la zona cocinas, tenemos que encontrar el diámetro equivalente mediante la expresión 2.8.3. Conociendo el caudal de ventilación aportado al recinto y fijando una velocidad en los conductos de 8 m/s, podemos encontrar la sección que necesitará el conducto para el paso de dicho caudal (expresión 2.8.2) y a esa velocidad. Finalmente adaptamos la sección a unas medidas axb (mm) comerciales y obtenemos la sección final de los tramos que componen el conducto, y a partir de ésta sección el diámetro equivalente.

	Caudal ventilación (m3/h)	Velocidad en conductos (m/s)	Longitud del tramo (m)	Sección conducto (m2)	Sección rectangular		Diámetro equivalente (mm)
					a (mm)	b (mm)	
Tramo 1-2	10020	8	2,85	0,35	800	500	686,67
Tramo 2-1	3340	8	1,10	0,12	500	300	419,98
Tramo 2-2	6680	8	2,70	0,23	600	500	598,13
Tramo 2-3	3340	8	1,10	0,12	500	300	419,98
Tramo 2-4	3340	8	5,20	0,12	500	300	419,98

La velocidad resultante en los conductos disminuirá significativamente al tener una sección final mayor que la necesaria, pero se encontrará dentro del límite de velocidades del aire superiores a 5 m/s.

2.8.9.2. Estimación de las pérdidas de carga longitudinales (rozamiento)

Una vez encontrado el diámetro equivalente y a partir de la longitud de cada tramo de los que componen el conducto, estudiamos el gráfico 3.3 para encontrar las pérdidas por rozamiento en conductos rectangulares de chapa galvanizada.

PÉRDIDAS DE CARGA LONGITUDINALES					
	Diámetro equivalente (mm)	Pérdida de carga por rozamiento (Pa/m)	Pérdida de carga por rozamiento (Pa)	Pérdida de carga por rozamiento (mm.c.d.a./m)	Pérdida de carga por rozamiento (mm.c.d.a.)
Tramo 1-2	686,67	0,78	2,22	0,08	0,23
Tramo 2-1	419,98	1,21	1,33	0,12	0,14
Tramo 2-2	598,13	0,68	1,84	0,07	0,19
Tramo 2-3	419,98	1,21	1,33	0,12	0,14
Tramo 2-4	419,98	1,21	6,29	0,12	0,64

En el gráfico 2.8.2 mostrado a continuación observamos las pérdidas de carga longitudinales, medidas a partir del caudal de paso en el tramo y su diámetro equivalente.

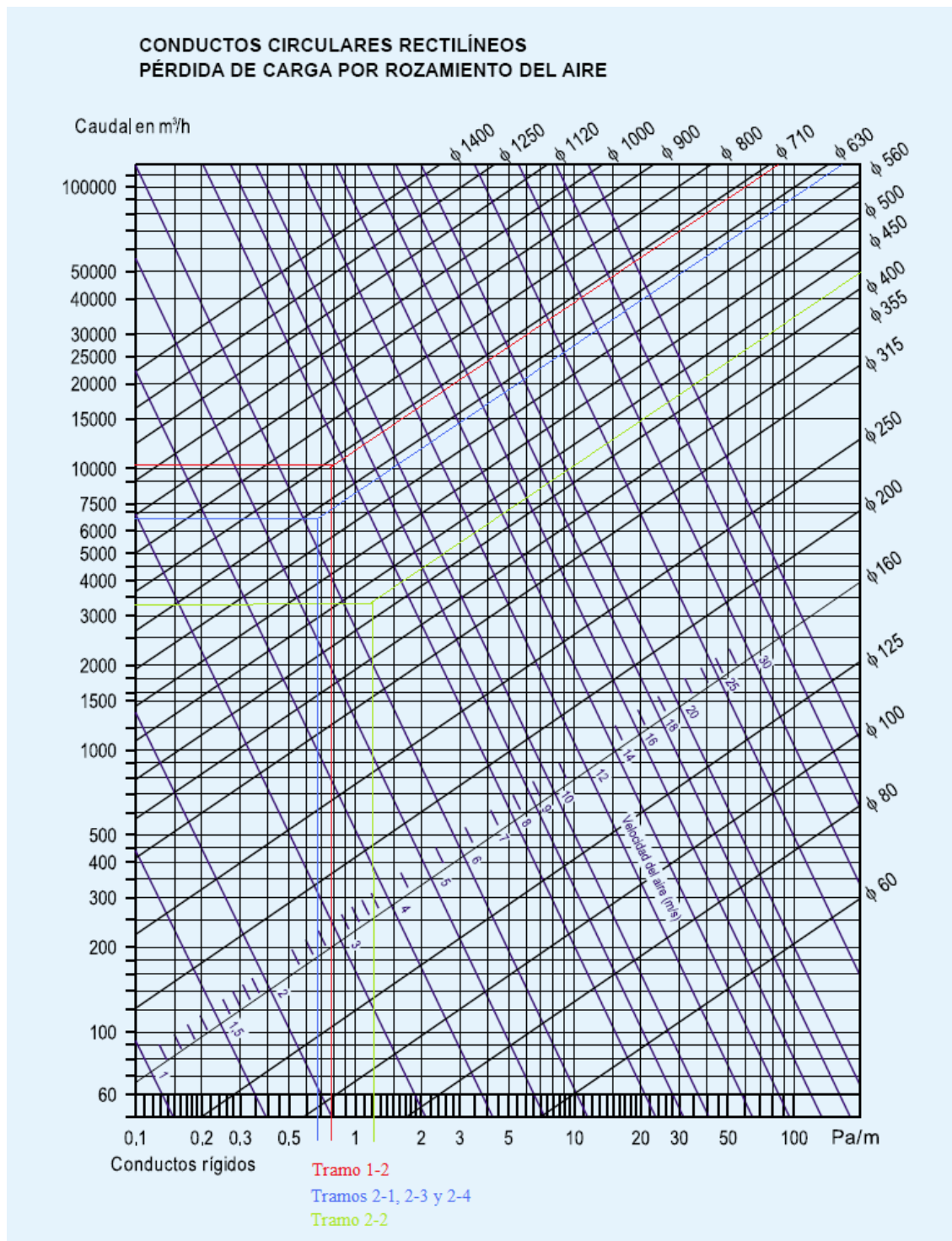


Gráfico 2.8.2. Pérdidas de carga longitudinales para los conductos de ventilación de cocinas.

2.8.9.3. Estimación de las pérdidas de carga por singularidades

Las pérdidas de carga en los tramos de los conductos de ventilación se deben principalmente a:

- Codo con Radio Uniforme Y Sección Rectangular.
- Codo achaflanado a 45° y sección rectangular.
- Codo a bisel y sección rectangular.
- Codo achaflanado a 45° y sección rectangular.
- Derivación con radio y sección rectangular.
- Reducción y sección rectangular.

Tipo de singularidades por tramos en los conductos de ventilación:

SINGULARIDADES EN LOS CONDUCTOS DE SECCIÓN RECTANGULAR			
	Codos radio uniforme 90°	Reducción de sección	Derivación con radio 90° y r=b
Tramo 1-2	0	1	1
Tramo 2-1	1	0	0
Tramo 2-2	0	1	1
Tramo 2-3	1	0	0
Tramo 2-4	2	0	0

2.8.9.3.1.1. Coeficiente de pérdida para reducciones

A partir de la tabla mostrada en la imagen 2.8.4, encontramos el coeficiente de pérdida por reducciones de sección entre tramos.

COEFICIENTE DE PÉRDIDA PARA REDUCCIONES				
	Sección rectangular			Valor de C para ángulos entre 15-40°
	a (mm)	b (mm)		
Tramo 1-2	800,00	500	2,67	0,047
Tramo 2-1	500,00	300		
Tramo 2-2	600,00	500	2,00	0,05
Tramo 2-4	500,00	300		

2.8.9.3.1.2. Coeficiente de pérdida para codos uniformes

Mediante la tabla mostrada en la imagen 2.8.1, encontramos el coeficiente de pérdida para este tipo de singularidad, dependiendo si el codo está en posición vertical u horizontal.

Nos ayudaremos de las expresiones 2.8.5, 2.8.6 y 2.8.7 para calcular el coeficiente C para codos.

COEFICIENTE DE PÉRDIDAS PARA CODOS DE RADIO UNIFORME Y ÁNGULO 90°

ANEXOS

	Sección rectangular		Diámetro equivalente (m)	Codo radio uniforme	Relación a/b	Relación r/b	Valor C'	Reynolds 10 ⁻⁴	K Reynolds	Coeficiente C
	a (mm)	b (mm)								
Tramo 2-1	500	300	419,98	Vertical	1,67	2	0,135	22,28	1	0,135
Tramo 2-3	500	300	419,98	Vertical	1,67	2	0,135	22,28	1	0,135
Tramo 2-4	500	300	419,98	Vertical	1,67	2	0,135	22,28	1	0,135
Tramo 2-4	500	300	419,98	Horizontal	0,60	2	0,172	22,28	1	0,172

2.8.9.3.1.3. Coeficiente de pérdida para derivaciones

A partir de la tabla 2.8.1 y de las instrucciones mostradas en la imagen 2.8.4 hallamos el coeficiente de pérdida para derivaciones en los conductos, distinguiendo entre el coeficiente de pérdida en el conducto de derivación y el coeficiente de pérdida en el conducto principal.

	COEFICIENTES DE PÉRDIDAS PARA DERIVACIONES A 90° Y r = b						
	Sección rectangular		Relació n Qd/Qe	Relación Ad/As	Relació n Ad/Ae	Coeficient e Cd	Coeficient e Cp
	a (mm)	b (mm)					
Tramo 1-2	800	500	0,67	0,5	0,75	0,75	0,18
Tramo 2-2	600	500					
Tramo 2-2	600	500	0,50	1	0,5	0,52	0,05
Tramo 2-3	500	300					

2.8.9.3.1.4. Pérdidas de carga totales en los conductos de ventilación

Multiplicando el valor de la presión dinámica del aire (expresión 2.8.1) por las pérdidas de singularidades en cada tramo de los conductos de ventilación y sumando los valores de las pérdidas por rozamiento, encontramos finalmente la pérdida de carga resultante en el conducto de ventilación a partir de la expresión 2.8.4 y la suma algebraica de las presiones por pérdida singulares y longitudinales.

CÁLCULO DE LA PÉRDIDA DE CARGA TOTAL			
ELEMENTO	COEFICIENTE TOTAL DE PÉRDIDA DE CARGA	PÉRDIDA DE CARGA POR ROZAMIENTO (Pa)	PÉRDIDAS DE CARGAS TOTALES (Pa)
Tramo 1-2	0,227	2,22	10,940
Tramo 2-1	0,135	1,33	6,515
Tramo 2-2	0,85	1,84	34,476
Tramo 2-3	0,655	1,33	26,483
Tramo 2-4	0,307	6,29	18,081
Pérdida de carga en conductos ventilación cocina (Pa):			96,495

Encontramos finalmente que la pérdida de carga resultante en el conducto de ventilación es de 96,50 Pa, equivalente a 9,65 mm.c.d.a. Mediante este valor y el caudal necesario de

ventilación podemos dimensionar el ventilador necesario para el correcto aporte de aire por la ventilación.

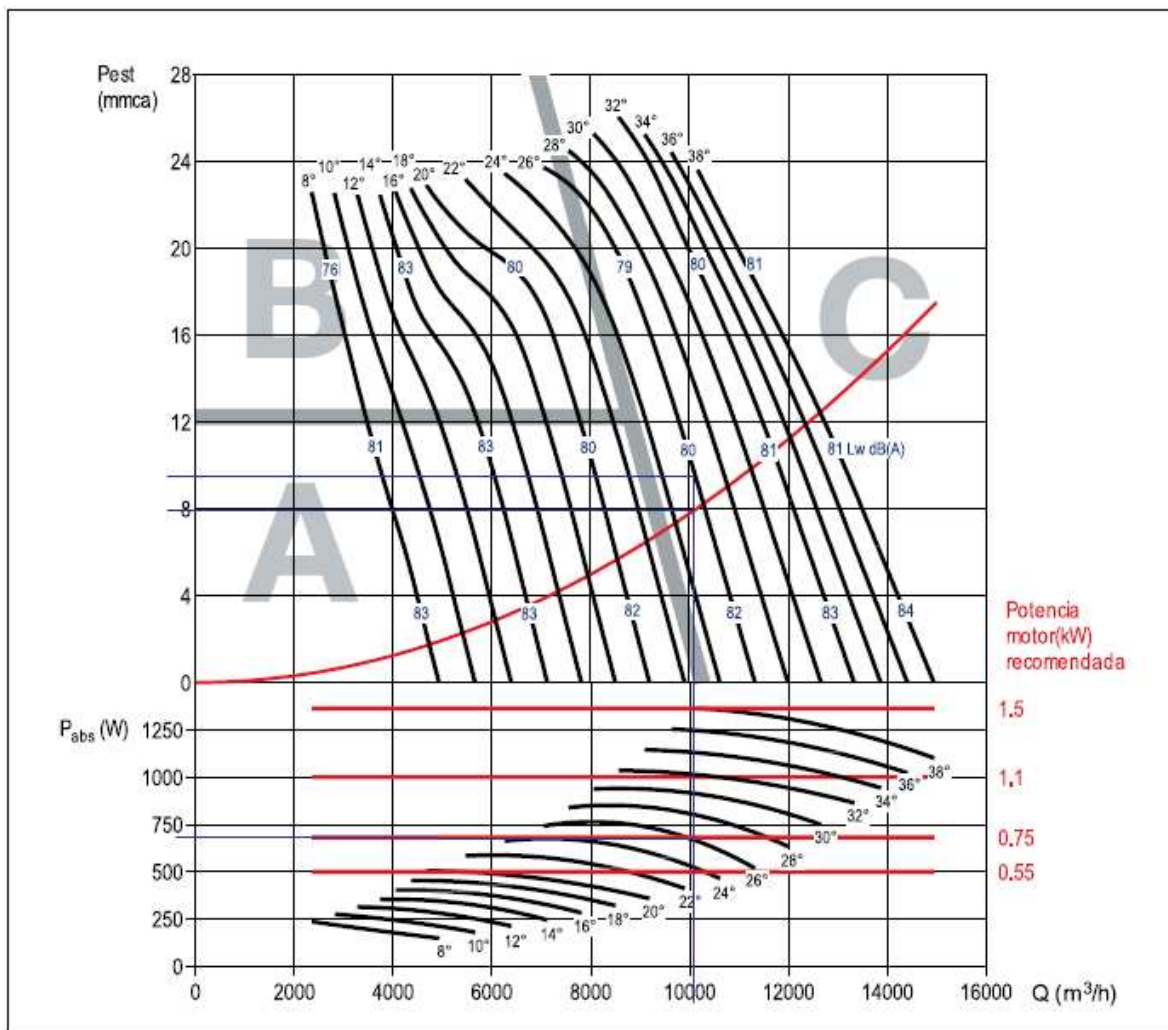
2.8.9.3.2. Elección del ventilador de la instalación

A partir de los datos obtenidos del cálculo de los conductos de ventilación, el caudal y pérdidas de carga, procedemos a la elección del ventilador:

Caudal: 10.020 m³/h.

Pérdida de carga: 9,65 mm.c.a.

ANEXOS



CGT / CHGT	
Número de polos	4
Diámetro nominal (mm)	560
Número de palas	5

Hz	A	B	C
63	38	38	31
125	22	21	19
250	12	9	12
500	5	5	6
1000	4	5	5
2000	7	8	6
4000	13	14	11
8000	21	23	19

Tabla de factores de corrección para el cálculo de los espectros de nivel sonoro.

Gráfico 2.8.3. Curvas características del ventilador elegido S&P CHGT/4-560/5-26°-750W.

Nos situamos en el eje de caudal (eje horizontal) a 10.020 m³/h y a una presión estática de 9,65 mm.c.a. (eje vertical superior a la izquierda de la gráfica).

En estas condiciones se cruzan en la curva característica de 26° de inclinación de las palas y con una presión dinámica de 8 mm.c.a. (curva de color rojo que corta en 10.020 m³/h y leemos en el eje vertical superior a la izquierda de la gráfica).

En la gráfica inferior encontramos que para 26° la potencia absorbida en el eje del ventilador es de 630 W (eje vertical inferior a la izquierda de la gráfica "Pabs") y la línea de color rojo inmediatamente superior corresponde, según se puede leer en la escala derecha inferior, a una potencia motor de 750 W (S&P recomienda trabajar siempre con un margen mínimo de seguridad del 10% sobre la potencia absorbida en el eje).

Su nivel de potencia sonora total es de 80 dB(A) (valor promediado de la zona de ruido). El espectro sonoro se calcula a partir de la zona de ruido (tres zonas diferenciadas por líneas de división en gris): A, B, o C. En nuestro caso nos hallamos en la zona C. Para cada octava, debemos restar al nivel de potencia sonora su coeficiente correspondiente, así tenemos que a una distancia de 3 m resulta un nivel de presión sonora de 49 dB(A).

El modelo resultante es Soler&Palau CHGT/4-560/5-26°-750W.

2.8.9.4. RESULTADOS DE LA INSTALACIÓN DE EXTRACCIÓN

2.8.9.4.1. Características de las campanas extractoras

La función principal de las campanas extractoras es captar el aire cargado de gases, humos, grasas y calor, encima mismo de los fogones donde se produce, filtrarlo y conducirlo hasta la descarga.

El caudal de aire necesario que debe extraer la campana es el capaz de arrastrar y diluir los polucionantes desprendidos. Este caudal debe ser el mínimo posible por razones de economía de energía.

Es importante también conseguir un equilibrio entre el aire extraído de la cocina con el impulsado a ella a través de los locales adyacentes o directamente del exterior, de modo que la cocina quede en una ligera depresión. Así tratamos de evitar que el aire contaminado que no capte la campana se difunda por el local, invadiendo con sus olores indeseables los otros recintos del edificio.

Para medir el caudal de captación de las campanas de la cocina principal usaremos la fórmula que nos facilita la casa Soler&Palau, para la extracción localizada en cocinas industriales:

$$Q_{\text{campana}} = A_c \cdot h \cdot V_c \cdot 3600$$

Expresión 2.8.8.

Donde:

Q_{campana} : caudal de absorción de la campana en m³/h.

A_c : área libre de aspiración de la campana, longitud por anchura en m².

h : altura sobre los fogones en m.

V_c : velocidad de captación del aire en m/s.

ANEXOS

Mostramos a continuación el caudal de aspiración de cada campana en función de sus dimensiones:

CARACTERÍSTICAS DE LAS CAMPANAS						
	Altura sobre fogones (m)	Velocidad captación (m/s)	Longitud (m)	Ancho (m)	Sección (m ²)	Caudal (m ³ /h)
Campana isla	1,2	0,5	4	1,4	5,6	10080
Campana mural	1,2	0,5	2	0,9	1,8	3240
Campana decorativa x 2 u.						1480

2.8.9.4.2. Estimación del diámetro equivalente

Para realizar el dimensionado de los conductos de extracción de la zona cocinas, tenemos que encontrar el diámetro equivalente mediante la expresión 2.8.3. Conociendo el caudal de aspiración en cada tramo y fijando una velocidad en los conductos de 8 m/s, podemos encontrar la sección que necesitará el conducto para el paso de dicho caudal (expresión 2.8.2) y a esa velocidad. Finalmente adaptamos la sección a unas medidas a x b (mm) comerciales y obtenemos la sección final de los tramos que componen el conducto, y a partir de ésta sección el diámetro equivalente.

	Caudal en el tramo (m ³ /h)	Velocidad en conductos (m/s)	Longitud del tramo (m)	Sección conducto (m ²)	Sección rectangular		Diámetro equivalente (mm)
					a (mm)	b (mm)	
Montante tramo 1-2	14800	8	3,5	0,51	1000	600	839,96
Tramo 2-1	14060	8	1,5	0,49	1000	600	839,96
Tramo 2-2	13320	8	2,5	0,46	1000	600	839,96
Tramo 2-3	740	8	5,4	0,03	300	150	228,51
Tramo 2-4	740	8	2,5	0,03	300	150	228,51
Tramo 2-5	3240	8	3,9	0,11	550	350	476,60
Tramo campana 1	10080	8	1	0,35	800	500	686,67

2.8.9.4.3. Estimación de las pérdidas de carga longitudinales (rozamiento)

Una vez encontrado el diámetro equivalente y a partir de la longitud de cada tramo de los que componen el conducto, estudiamos el gráfico 2.8.1 para encontrar las pérdidas por rozamiento en conductos rectangulares de chapa galvanizada.

PÉRDIDAS DE CARGA LONGITUDINALES					
	Diámetro equivalente (mm)	Pérdida de carga por rozamiento (Pa/m)	Pérdida de carga por rozamiento (Pa)	Pérdida de carga por rozamiento (mm.c.d.a./m)	Pérdida de carga por rozamiento (mm.c.d.a.)
Montante tramo 1-2	839,96	0,58	2,03	0,06	0,21

ANEXOS

Tramo 2-1	839,96	0,69	1,035	0,07	0,11
Tramo 2-2	839,96	0,55	1,375	0,06	0,14
Tramo 2-3	228,51	1,6	8,64	0,16	0,88
Tramo 2-4	228,51	1,6	4	0,16	0,41
Tramo 2-5	476,60	0,42	1,638	0,04	0,17

En el tramo de derivación hasta la captación del aire de las campanas extractoras, también hemos considerado oportuno dimensionar las pérdidas de carga longitudinales o de rozamiento.

	Caudal (m³/h)	Diámetro equivalente (mm)	Longitud tramo conexión (m)	Pérdida de carga por rozamiento (Pa/m)	Pérdida de carga por rozamiento (Pa)
Campana isla	10080,00	686,67	1,00	0,78	0,78
Campana mural	3240,00	476,60	1,00	0,60	0,6
Campana decorativa	740,00	228,51	1,00	1,29	1,29
Campana decorativa	740,00	228,51	1,00	1,29	1,29

En los gráficos mostrados a continuación observamos las pérdidas de carga longitudinales, medidas a partir del caudal de paso en el tramo y su diámetro equivalente.

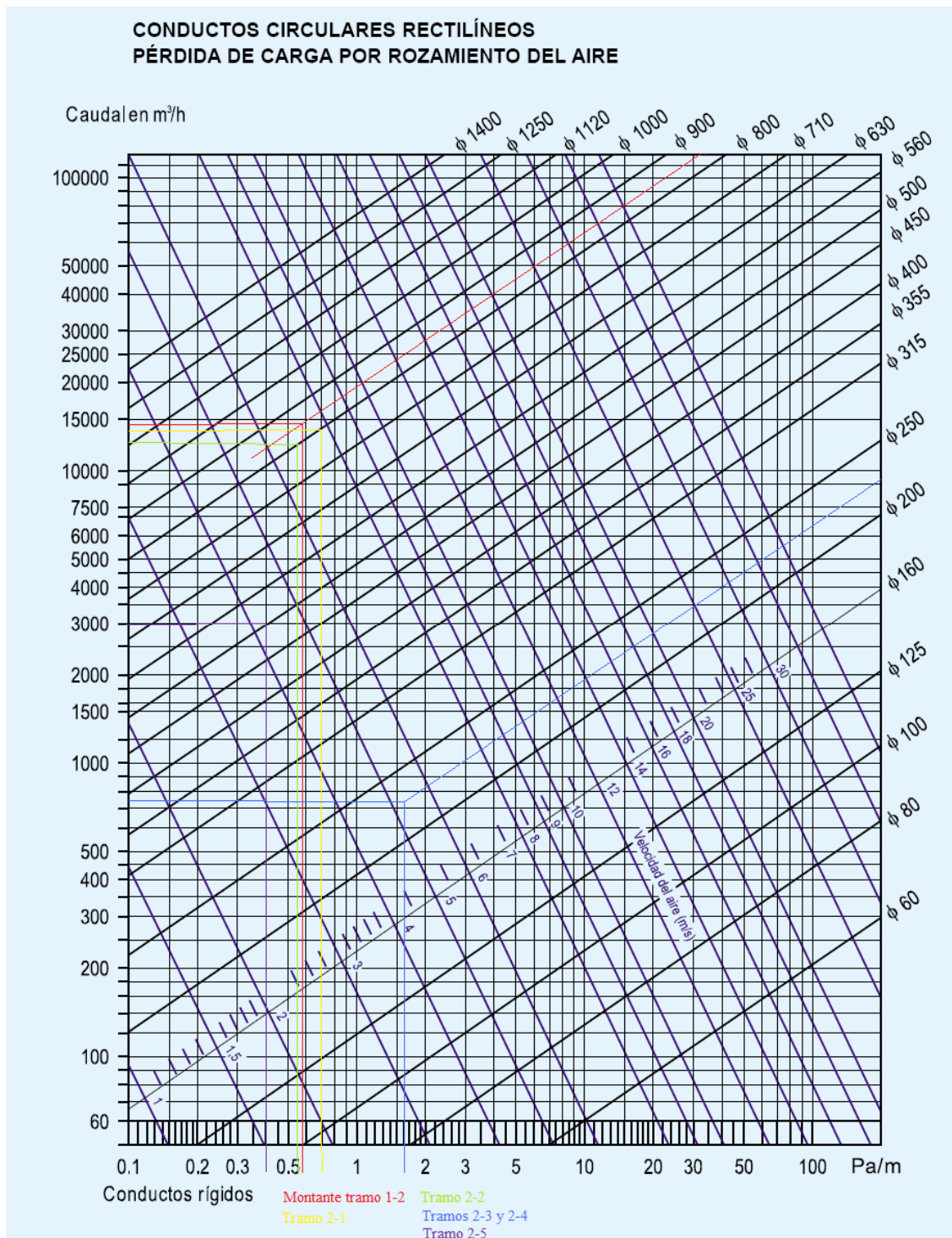


Gráfico 2.8.4. Pérdidas de carga longitudinales en los conductos de extracción.

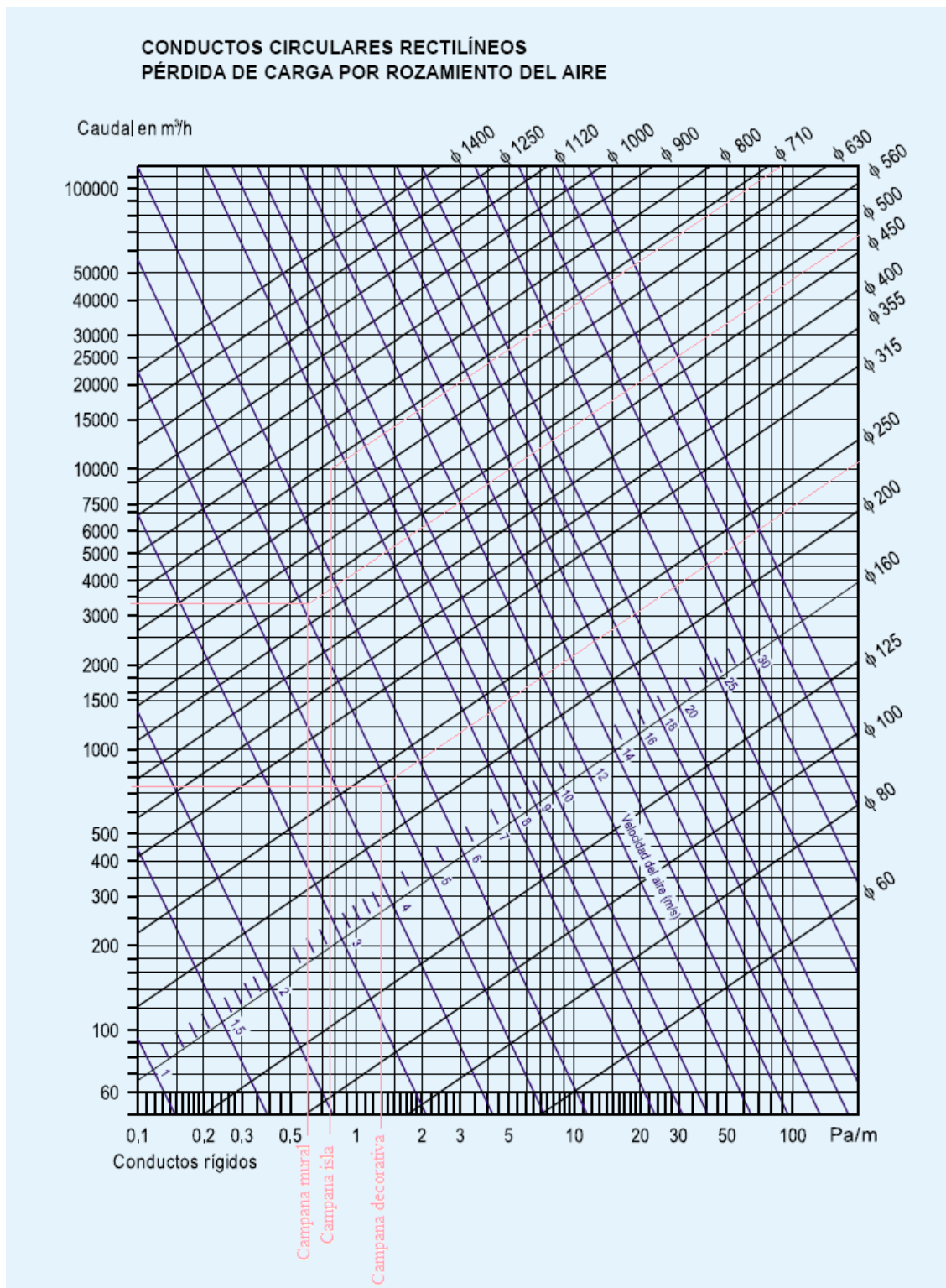


Gráfico 2.8.5. Pérdidas de carga longitudinales en los conductos de extracción derivación campanas.

2.8.9.4.4. Estimación de las pérdidas de carga por singularidades

ANEXOS

Las pérdidas de carga en los tramos de los conductos de extracción se deben principalmente a:

- Codo con Radio Uniforme Y Sección Rectangular.
- Codo achaflanado a 45° y sección rectangular.
- Codo a bisel y sección rectangular.
- Codo achaflanado a 45° y sección rectangular.
- Derivación con radio y sección rectangular.
- Reducción y sección rectangular.

Tipo de singularidades por tramos en los conductos de extracción:

SINGULARIDADES EN LOS CONDUCTOS DE EXTRACCIÓN				
	Codos a bisel 90°	Codos radio uniforme 90°	Reducción de sección	Derivación con radio 90° y r=b
Montante tramo 1-2	2	0	0	1
Tramo 2-1	0	1	0	1
Tramo 2-2	0	0	1	1
Tramo 2-3	0	2	0	0
Tramo 2-4	0	1	0	0
Tramo 2-5	0	2	0	0

2.8.9.4.4.1. Coeficiente de pérdida para aumentos

A partir del gráfico mostrado a continuación, encontramos el coeficiente de pérdida por reducciones de sección entre tramos en función del diámetro equivalente.

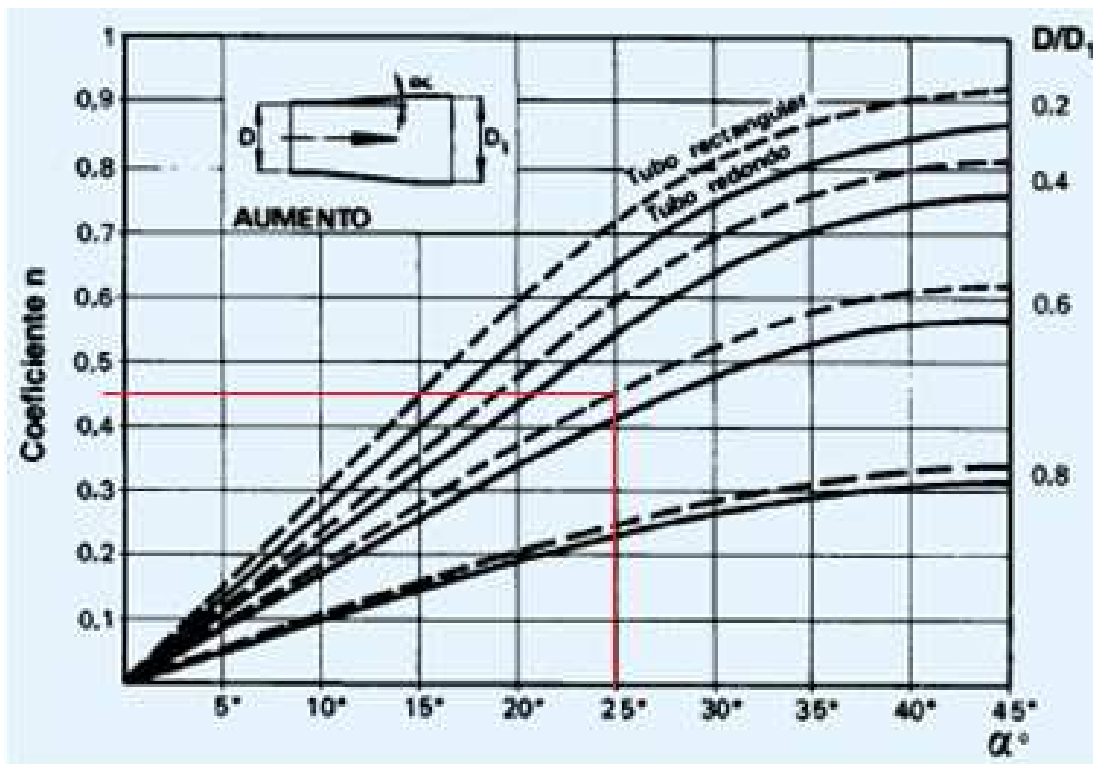


Gráfico 2.8.6. Coeficiente de pérdida por aumento de sección.

El coeficiente de pérdida por el aumento de sección por el paso de un tramo a otro, lo mostramos a continuación:

COEFICIENTE DE PÉRDIDA POR AUMENTOS			
	Diámetro equivalente (mm)	Relación D/D1	Coeficiente C para ángulos 25º
Tramo 2-2	839,96	0,57	0,46
Tramo 2-5	476,60		

2.8.9.4.4.2. Coeficiente de pérdida por codos a bisel

Para medir la pérdida de carga por codos a bisel en el tramo montante, partimos del diámetro equivalente del tramo y mediante las indicaciones de la imagen 2.8.3 y la tabla ubicada de la misma imagen, encontramos el coeficiente de pérdida por codos a bisel.

COEFICIENTE DE PÉRDIDA PARA CODOS A BISEL 90º									
Sección rectangular		Diámetro equivalente (m)	Codos a bisel	Relación a/b	Coef . C'	Reynolds 10 ⁻⁴	K Reynolds	Coef . C	
a (mm)	b (mm)								
Montante tramo 1-2	1000	600	0,84	2	1,67	1,1	44,55	1	2,2

2.8.9.4.4.3. Coeficiente de pérdida para codos uniformes

Mediante la tabla mostrada en la imagen 2.8.1, encontramos el coeficiente de pérdida para este tipo de singularidad, dependiendo si el codo está en posición vertical u horizontal.

Nos ayudaremos de las expresiones 2.8.5, 2.8.6 y 2.8.7 para calcular el coeficiente C para codos.

COEFICIENTE DE PÉRDIDAS PARA CODOS DE RADIO UNIFORME Y ÁNGULO 90°										
	Sección rectangular		Diámetro equivalente (m)	Codo radio uniforme	Relación a/b	Relación r/b	Valor C'	Reynolds 10 ⁻⁴	K Reynolds	Coef. C
	a (mm)	b (mm)								
Tramo 2-1	1000	600	0,84	Horizontal	0,60	2	0,17	44,55	1	0,17
Tramo 2-3	300	150	0,23	Vertical	2,00	2	0,13	12,12	1,22	0,16
Tramo 2-4	300	150	0,23	Vertical	2,00	2	0,13	12,12	1,22	0,16
Tramo 2-5	550	350	0,48	Vertical	1,57	2	0,14	25,28	1	0,14
Tramo 2-3	300	150	0,23	Horizontal	0,50	2	0,18	12,12	1,22	0,22
Tramo 2-5	550	350	0,48	Horizontal	0,64	2	0,17	25,28	1	0,17
Total pérdidas codos:										1,02

2.8.9.4.4.4. Coeficiente de pérdida para derivaciones

A partir de la tabla 2.8.1 y de las instrucciones mostradas en la imagen 2.8.4 hallamos el coeficiente de pérdida para derivaciones en los conductos, distinguiendo entre el coeficiente de pérdida en el conducto de derivación y el coeficiente de pérdida en el conducto principal.

COEFICIENTES DE PÉRDIDAS PARA DERIVACIONES A 90° Y r = b							
	S. rectangular		Relación Qd/Qe	Relación Ad/As	Relación Ad/Ae	Coeficiente Cd	Coeficiente Cp
	a (mm)	b (mm)					
Montante tramo 1-2	1000	600	0,05	0,075	0,075	0,25	-0,005
Tramo 2-1	1000	600	0,05	0,075	0,075	0,25	-0,005
Tramo 2-2	1000	600	0,76	2,08	0,67	0,16	0,057

2.8.9.4.4.5. Coeficiente de pérdida en la captación del aire por la campana

La entrada del aire absorbido por la campana produce unas pequeñas pérdidas en función del ángulo de obertura que presenta la boca de la campana. En el gráfico mostrado a continuación podemos establecer el coeficiente de pérdida en función del ángulo de obertura de la boca de la campana.

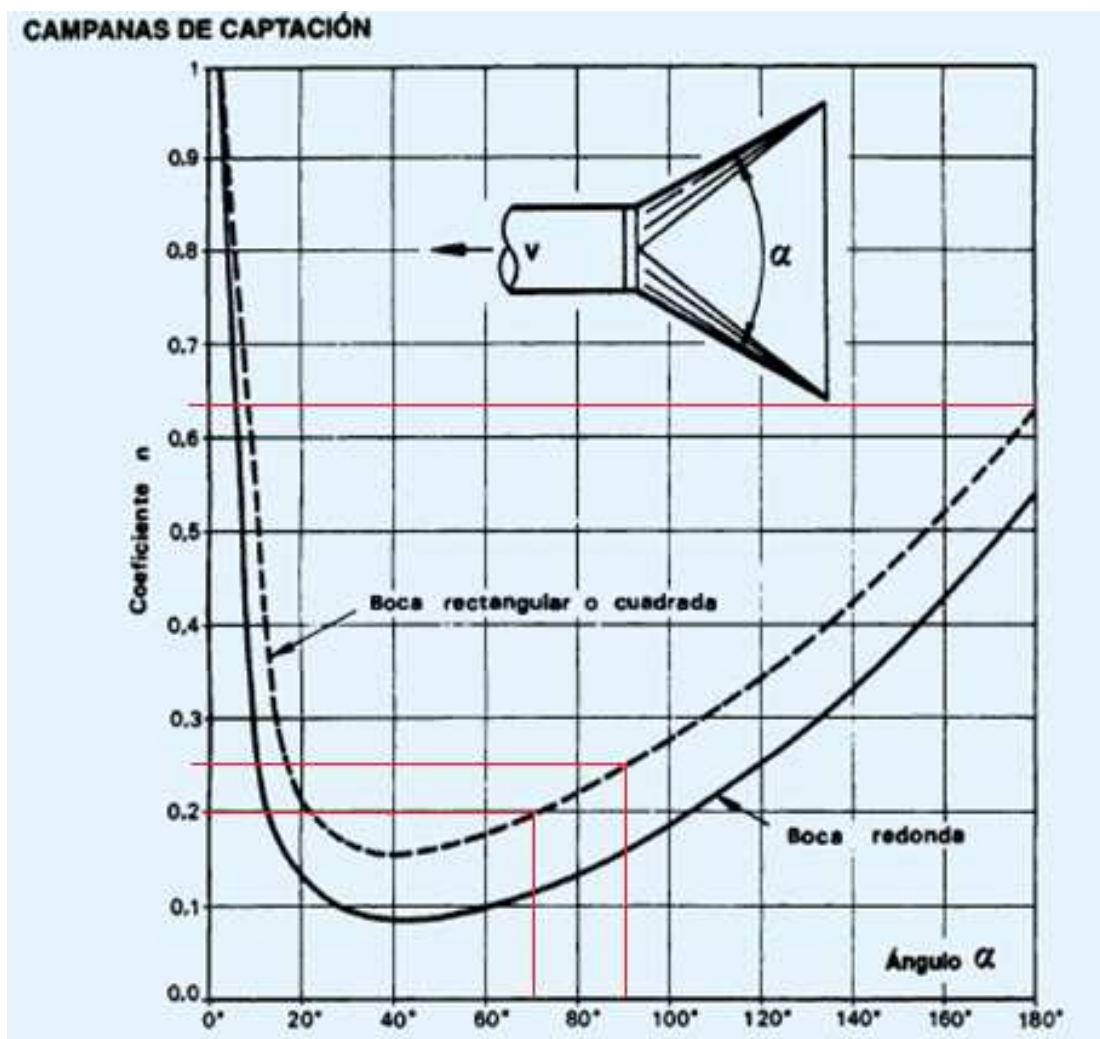


Gráfico 2.8.7. Coeficiente de pérdida en la captación de campanas extractoras.

El coeficiente de pérdida en función del ángulo de la campana se muestra a continuación:

COEFICIENTE DE PÉRDIDAS PARA CAMPANAS CON BOCA RECTANGULAR		
	Ángulo (°)	Coeficiente C
Campana isla	90	0,25
Campana mural	50	0,20
Campana decorativa	180	0,63
Campana decorativa	180	0,63

2.8.9.4.4.6. Pérdidas de carga totales en los conductos de extracción

Multiplicando el valor de la presión dinámica del aire (expresión 2.8.1) por las pérdidas de singularidades en cada tramo de los conductos de extracción y sumando los valores de las pérdidas por rozamiento, encontramos finalmente la pérdida de carga resultante en los conductos de extracción a partir de la expresión 2.8.4 y la suma algebraica de las presiones por pérdida singulares y longitudinales.

CÁLCULO DE LA PÉRDIDA DE CARGA TOTAL			
ELEMENTO	COEFICIENTE TOTAL DE PÉRDIDA DE CARGA	PÉRDIDA DE CARGA POR ROZAMIENTO (Pa)	PÉRDIDAS DE CARGAS TOTALES (Pa)
Montante tramo 1-2	2,195	2,030	86,318
Tramo 2-1	0,165	1,035	7,371
Tramo 2-2	0,677	1,375	27,3718
Tramo 2-3	0,628	8,640	32,76288
Tramo 2-4	0,409	4,000	19,69024
Tramo 2-5	0,310	1,638	13,542
Campana isla	0,250	0,780	10,38
Campana mural	0,200	0,600	8,28
Campana decorativa	0,630	1,290	25,482
Campana decorativa	0,630	1,290	25,482
Pérdida de carga en conductos extracción campanas (Pa):			256,68

Encontramos finalmente que la pérdida de carga resultante en los conductos de extracción de las diferentes campanas de las zonas de preparación de alimentos, son 256,68 Pa, equivalente a 25,67 mm.c.d.a. Mediante este valor y el caudal necesario de extracción podemos dimensionar el extractor necesario para la correcta absorción de los humos y vapores, y su expulsión al exterior a través de la azotea.

2.8.9.4.5. Elección del ventilador de extracción

A partir de los datos obtenidos del cálculo de los conductos de extracción, caudal y pérdidas de carga, procedemos a la elección del ventilador:

Caudal: 14.800 m³/h.

Pérdida de carga: 25,67 mm.c.a.

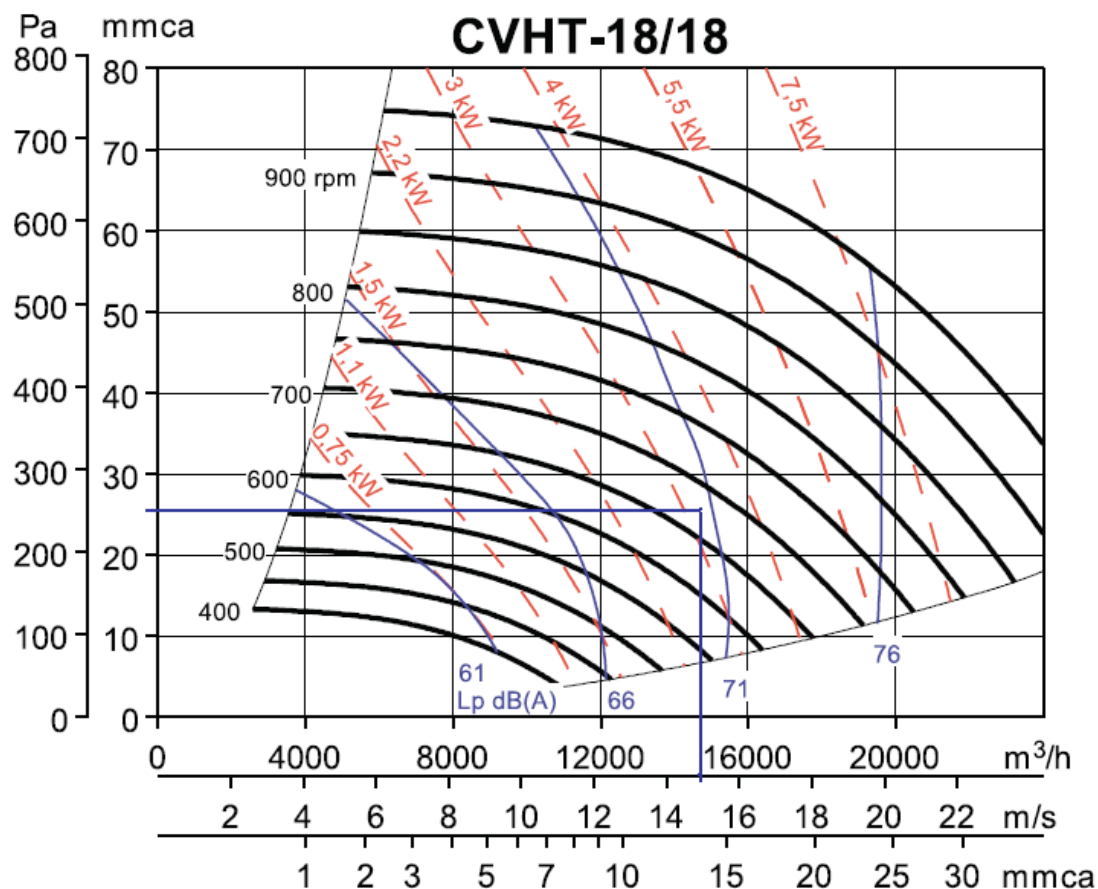


Gráfico 2.8.8. Curvas características del ventilador de extracción CVHT-18/18.

Nos situamos en el eje de abscisas (horizontal) con un caudal de 14.800 m³/h y en el eje de ordenadas (vertical) con una presión de 25,67 mm.c.a. Con estas condiciones se encuentran en la curva característica a 700 r.p.m. (curva inmediatamente encima del punto de encuentro) y con una potencia motor de 4 kW (curva intermitente en rojo) y con un nivel de presión sonora de 70 dB(A).

Queda seleccionado el ventilador de extracción:

- Soler&Palau CVHT/H-18/18 - 4 kW (700 r.p.m.).
- Potencia motor: 4 kW.
- Revoluciones del ventilador: 700 r.p.m.
- Presión sonora a 1,5 metro: 70 dB(A).
- Velocidad del aire a la descarga: 14,8 m/s.

ANEXO IX
INSTALACIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN SOLAR
MÍNIMA PARA ACS

2.9. ANEXO DE LA INSTALACIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE ACS

2.9.1. INTRODUCCIÓN

La sección HE 4 del CTE-DB-HE es aplicable a los edificios de nueva construcción y rehabilitación de edificios existentes de cualquier uso en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria.

Este proyecto se desarrolla para calcular, dimensionar y justificar la totalidad de las instalaciones propuestas. Pero, debido a que la nueva normativa marca como carácter obligatorio dotar, a los edificios de nueva construcción, de un sistema de captación solar para la contribución de preparación de agua caliente sanitaria, Hemos querido hacer en este apartado una pequeña introducción al dimensionado de la instalación de la contribución solar mínima para la obtención de ACS.

Pretendemos recalcar que este apartado formará parte de carácter general como una instalación en el conjunto del proyecto, presentando la contribución solar que como mínimo debería de disponer el local.

Realizamos este apartado debido a que ha irrumpido con fuerza en nuestros días, el aporte energético de agua caliente sanitaria mediante el aprovechamiento de energías renovables, procesos de cogeneración o fuentes de energía residuales procedentes de la instalación de recuperadores de calor ajenos a la propia generación de calor del edificio.

2.9.2. CONDICIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN

El objetivo básico del sistema solar es suministrar al local de restauración una instalación solar que:

- Optimice el ahorro energético global de la instalación en combinación con el resto de equipos térmicos del edificio.
- Garantice una durabilidad y calidad suficientes.
- Garantice un uso seguro de la instalación.

Una instalación solar térmica está constituida por un conjunto de componentes encargados de realizar las funciones de captar la radiación solar, transformarla directamente en energía térmica cediéndola a un fluido de trabajo y, por último almacenar dicha energía térmica de forma eficiente, bien en el mismo fluido de trabajo de los captadores, o bien transferirla a otro, para poder utilizarla después en los puntos de consumo. Dicho sistema se complementa con una producción de energía térmica por sistema convencional auxiliar que puede o no estar integrada dentro de la misma instalación.

Los sistemas que conforman la instalación solar térmica para agua caliente son los siguientes:

- Un sistema de captación formado por los captadores solares, encargado de transformar la radiación solar incidente en energía térmica de forma que se calienta el fluido de trabajo que circula por ellos.
- Un sistema de acumulación constituido por uno o varios depósitos que almacenan el agua caliente hasta que se precisa su uso.
- Un circuito hidráulico constituido por tuberías, bombas, válvulas, etc., que se encarga de establecer el movimiento del fluido caliente hasta el sistema de acumulación.
- Un sistema de intercambio que realiza la transferencia de energía térmica captada desde el circuito de captadores, o circuito primario, al agua caliente que se consume.
- Sistema de regulación y control que se encarga por un lado de asegurar el correcto funcionamiento del equipo para proporcionar la máxima energía solar térmica posible y, por otro, actúa como protección frente a la acción de múltiples factores como sobrecalentamientos del sistema, riesgos de congelaciones, etc.
- Adicionalmente, se dispone de un equipo de energía convencional auxiliar que se utiliza para complementar la contribución solar suministrando la energía necesaria para cubrir la demanda prevista, garantizando la continuidad del suministro de agua caliente en los casos de escasa radiación solar o demanda superior al previsto.

Se consideran sistemas solares prefabricados a los que se producen bajo condiciones que se presumen uniformes y son ofrecidos a la venta como equipos completos y listos para instalar, bajo un solo nombre comercial. Pueden ser compactos o partidos y, por otro lado constituir un sistema integrado o bien un conjunto y configuración uniforme de componentes

2.9.3. CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA

La contribución solar mínima anual es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual, obtenidos a partir de los valores mensuales.

En las tablas 2.9.1 y 2.9.2 se indican, para cada zona climática y diferentes niveles de demanda de agua caliente sanitaria (ACS) a una temperatura de referencia de 60 °C, la contribución solar mínima anual, considerándose los siguientes casos:

ANEXOS

a) general: suponiendo que la fuente energética de apoyo sea gasóleo, propano, gas natural, u otras

b) efecto Joule: suponiendo que la fuente energética de apoyo sea electricidad mediante efecto Joule.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-5.000	30	30	50	60	70
5.000-6.000	30	30	55	65	70
6.000-7.000	30	35	61	70	70
7.000-8.000	30	45	63	70	70
8.000-9.000	30	52	65	70	70
9.000-10.000	30	55	70	70	70
10.000-12.500	30	65	70	70	70
12.500-15.000	30	70	70	70	70
15.000-17.500	35	70	70	70	70
17.500-20.000	45	70	70	70	70
> 20.000	52	70	70	70	70

Tabla 2.9.1. Contribución solar mínima en %. Caso general.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-1.000	50	60	70	70	70
1.000-2.000	50	63	70	70	70
2.000-3.000	50	66	70	70	70
3.000-4.000	51	69	70	70	70
4.000-5.000	58	70	70	70	70
5.000-6.000	62	70	70	70	70
> 6.000	70	70	70	70	70

Tabla 2.9.2. Contribución solar mínima en %. Caso efecto Joule.

El dimensionado de la instalación estará limitado por el cumplimiento de la condición de que en ningún mes del año la energía producida por la instalación podrá superar el 110 % de la demanda energética y en no más de tres meses el 100 % y a estos efectos no se tomarán en consideración aquellos periodos de tiempo en los cuales la demanda energética se sitúe un 50 % por debajo de la media correspondiente al resto del año, tomándose medidas de protección.

Adicionalmente, durante todo el año se vigilará la instalación con el objeto de prevenir los posibles daños ocasionados por los posibles sobrecalentamientos.

La orientación e inclinación del sistema generador y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la tabla 2.4 de la Sección HE 4 del CTE-DB-HE.

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

En la medida de lo posible se ha de cumplir las tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites

estipulados respecto a los valores obtenidos con orientación e inclinación óptimos y sin sombra alguna.

Se considerará como la orientación optima el sur y la inclinación óptima, dependiendo del periodo de utilización, uno de los valores siguientes:

- a) demanda constante anual: la latitud geográfica (Lleida latitud 41°, la inclinación óptima será por tanto, $\beta = 41^\circ$).
- b) demanda preferente en invierno: la latitud geográfica + 10 °.
- c) demanda preferente en verano: la latitud geográfica – 10 °.

2.9.4. CÁLCULO Y DIMENSIONADO

2.9.4.1. CÁLCULO DE LA DEMANDA

Para valorar la demanda se tomarán los valores unitarios que aparecen en la siguiente tabla, con una temperatura de referencia a 60 °C.

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Tabla 2.9.3. Demanda de referencia a 60°C.

En la figura 2.9.1 y en la tabla 2.9.4 se marcan los límites de zonas homogéneas a efectos de la exigencia. Las zonas se definen teniendo en cuenta la Radiación Solar Global media diaria anual sobre superficie horizontal (H), tomando los intervalos que se relacionan para cada una de las zonas, como se indica a continuación:

Zona climática	MJ/m²	kWh/m²
I	$H < 13,7$	$H < 3,8$
II	$13,7 \leq H < 15,1$	$3,8 \leq H < 4,2$
III	$15,1 \leq H < 16,6$	$4,2 \leq H < 4,6$
IV	$16,6 \leq H < 18,0$	$4,6 \leq H < 5,0$
V	$H \geq 18,0$	$H \geq 5,0$

Tabla 2.9.4. Radiación solar global.

ANEXOS



Imagen 2.9.1. Zonas climáticas.

2.9.4.2. SISTEMA DE ACUMULACIÓN SOLAR

El sistema solar se debe concebir en función de la energía que aporta a lo largo del día y no en función de la potencia del generador (captadores solares), por tanto se debe prever una acumulación acorde con la demanda al no ser ésta simultánea con la generación.

Para la aplicación de ACS, el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$$50 < \frac{V}{A} < 180$$

Expresión 2.9.1.

Siendo:

A la suma de las áreas de los captadores en m².

V el volumen del depósito de acumulación solar en litros.

2.9.4.3. SISTEMA DE INTERCAMBIO

Para el caso de intercambiador independiente, la potencia mínima del intercambiador P, se determinará para las condiciones de trabajo en las horas centrales del día suponiendo una radiación solar de 1000 W/m² y un rendimiento de la conversión de energía solar a calor del 50 %, cumpliéndose la condición:

$$P \geq 500 \cdot A$$

Expresión 2.9.2.

Siendo:

P potencia mínima del intercambiador, W.

A el área de captadores en m².

Para el caso de intercambiador incorporado al acumulador, la relación entre la superficie útil de intercambio y la superficie total de captación no será inferior a 0,15.

2.9.4.4. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

El objeto de este apartado es determinar los límites en la orientación e inclinación de los módulos de acuerdo a las pérdidas máximas permisibles.

Las pérdidas por este concepto se calcularán en función de:

a) Ángulo de inclinación, β definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal. Su valor es 0 para módulos horizontales y 90° para verticales.

b) Ángulo de acimut, α definido como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar. Valores típicos son 0° para módulos orientados al sur, -90° para módulos orientados al este y +90° para módulos orientados al oeste.

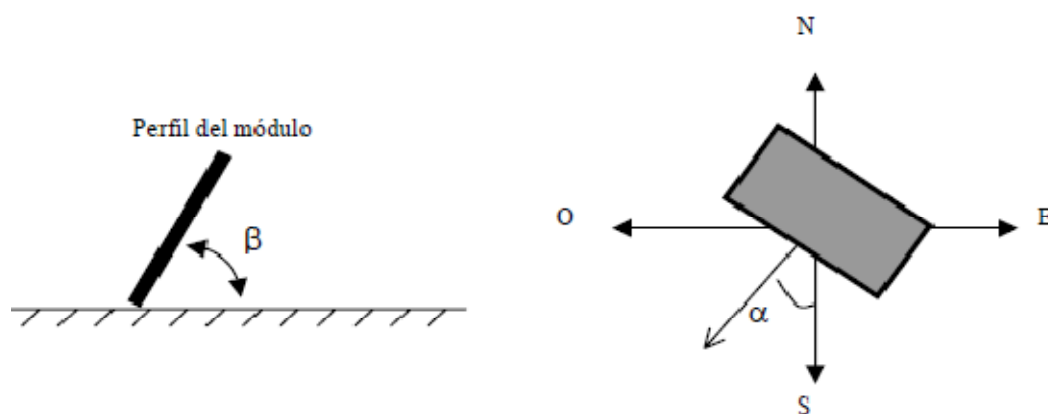


Imagen 2.9.2. Orientación e inclinación de los módulos.

Determinado el ángulo de acimut del captador, se calcularán los límites de inclinación aceptables de acuerdo a las pérdidas máximas respecto a la inclinación óptima establecidas con la imagen 2.9.3, válida para una latitud (ϕ) de 41°, de la siguiente forma:

- Conocido el acimut, determinamos en la imagen 2.9.3 los límites para la inclinación en el caso (ϕ) = 41°. Para el caso general, las pérdidas máximas por este concepto son del 10 %, para superposición del 20 % y para integración arquitectónica del 40

ANEXOS

%. Los puntos de intersección del límite de pérdidas con la recta de acimut nos proporcionan los valores de inclinación máxima y mínima.

- Si no hay intersección entre ambas, las pérdidas son superiores a las permitidas y la instalación estará fuera de los límites. Si ambas curvas se intersectan, se obtienen los valores para latitud (ϕ) = 41° y se corrigen de acuerdo a lo indicado a continuación.

Se corregirán los límites de inclinación aceptables en función de la diferencia entre la latitud del lugar en cuestión y la de 41°, de acuerdo a las siguientes fórmulas:

- Inclinación máxima = inclinación (ϕ = 41°) – (41° - latitud)
- Inclinación mínima = inclinación (ϕ = 41°) – (41°-latitud); siendo 5° su valor mínimo.

En casos cerca del límite y como instrumento de verificación, se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \cdot [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{\text{opt}})^2 + 3,5 \cdot 10^{-5} \alpha^2] \quad \text{para } 15^\circ < \beta < 90^\circ$$

Expresión 2.9.3

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \cdot [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{\text{opt}})^2] \quad \text{para } \beta \leq 15^\circ$$

Expresión 2.9.4

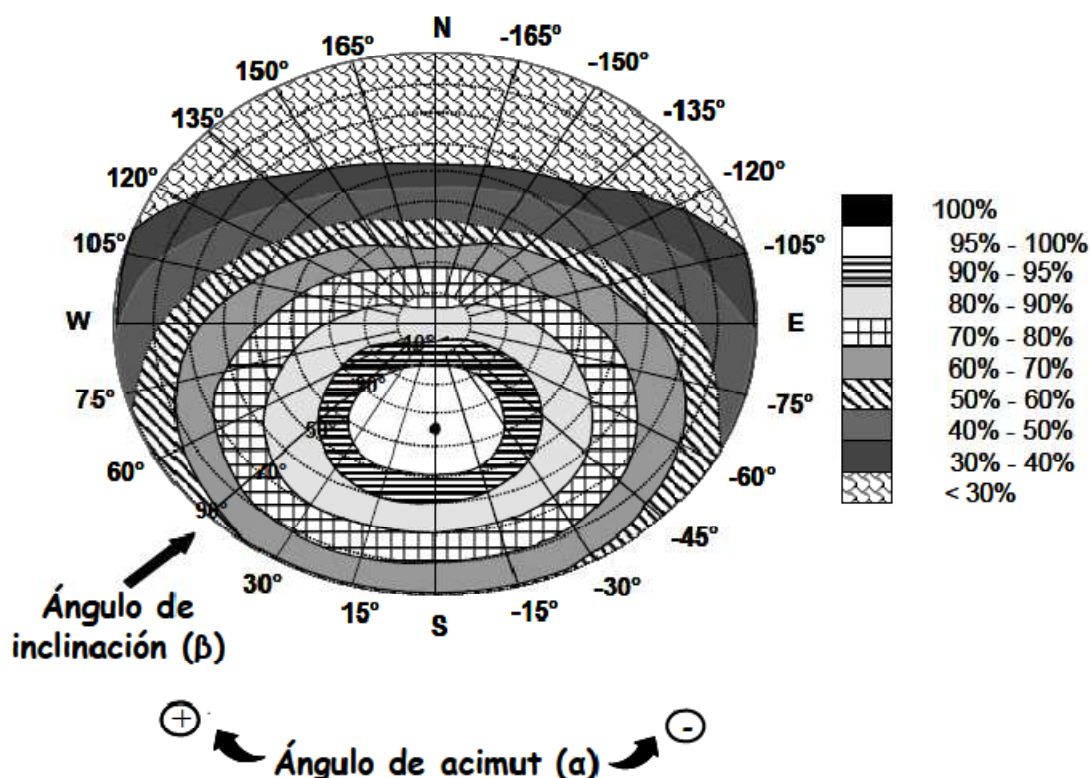


Imagen 2.9.3. Porcentaje de energía respecto al máximo como consecuencia de las pérdidas por orientación e inclinación.

2.9.4.5. CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE RADIACIÓN SOLAR POR SOMBRAS

El presente apartado describe un método de cálculo de las pérdidas de radiación solar que experimenta una superficie debidas a sombras circundantes. Tales pérdidas se expresan como porcentaje de la radiación solar global que incidiría sobre la mencionada superficie, de no existir sombra alguna.

El procedimiento consiste en la comparación del perfil de obstáculos que afecta a la superficie de estudio con el diagrama de trayectorias del sol. Los pasos a seguir son los siguientes:

- Localización de los principales obstáculos que afectan a la superficie, en términos de sus coordenadas de posición acimut (ángulo de desviación con respecto a la dirección sur) y elevación (ángulo de inclinación con respecto al plano horizontal). Para ello puede utilizarse un teodolito.
- Representación del perfil de obstáculos en el diagrama de la imagen 2.9.4, en el que se muestra la banda de trayectorias del sol a lo largo de todo el año, válido para localidades de la Península Ibérica y Baleares. Dicha banda se encuentra dividida en porciones, delimitadas por las horas solares (negativas antes del mediodía solar y

ANEXOS

positivas después de éste) e identificadas por una letra y un número (A1, A2, ..., D14).

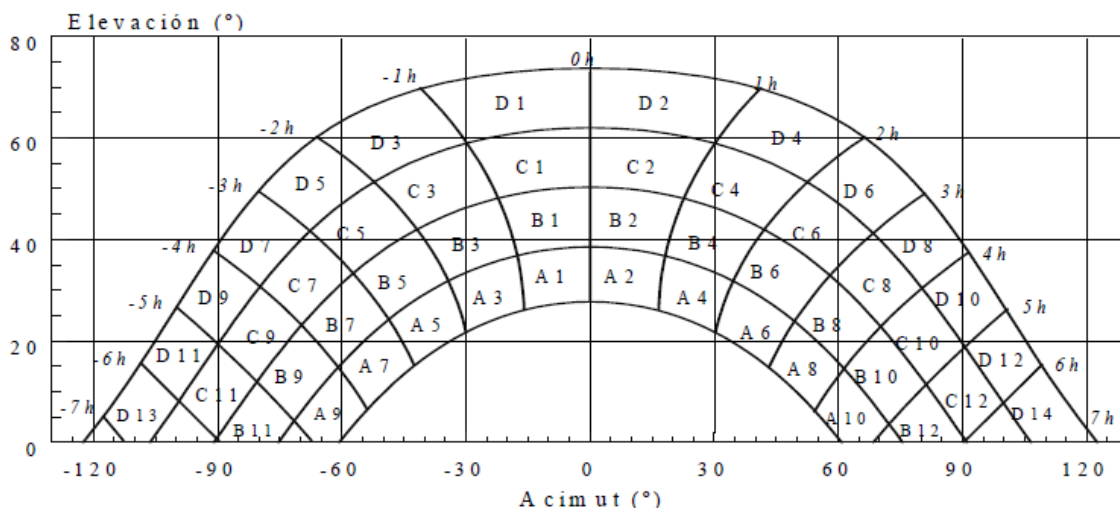


Imagen 2.9.4. Diagrama de trayectorias del sol.

Cada una de las porciones de la imagen 2.9.4 representa el recorrido del sol en un cierto periodo de tiempo (una hora a lo largo de varios días) y tiene, por tanto, una determinada contribución a la irradiación solar global anual que incide sobre la superficie de estudio. Así, el hecho de que un obstáculo cubra una de las porciones supone una cierta pérdida de irradiación, en particular aquélla que resulte interceptada por el obstáculo.

La comparación del perfil de obstáculos con el diagrama de trayectorias del sol permite calcular las pérdidas por sombreado de la irradiación solar global que incide sobre la superficie, a lo largo de todo el año. Para ello se han de sumar las contribuciones de aquellas porciones que resulten total o parcialmente ocultas por el perfil de obstáculos representado. En el caso de ocultación parcial se utilizará el factor de llenado (fracción oculta respecto del total de la porción) más próximo a los valores: 0,25, 0,50, 0,75 ó 1.

Una vez hemos definido los parámetros y variables necesarias para encontrar las pérdidas de radiación solar por sombras, procedemos a su cálculo.

Encontramos la azimuth (α) en función de la orientación del edificio, tal y como se muestra en la figura siguiente.

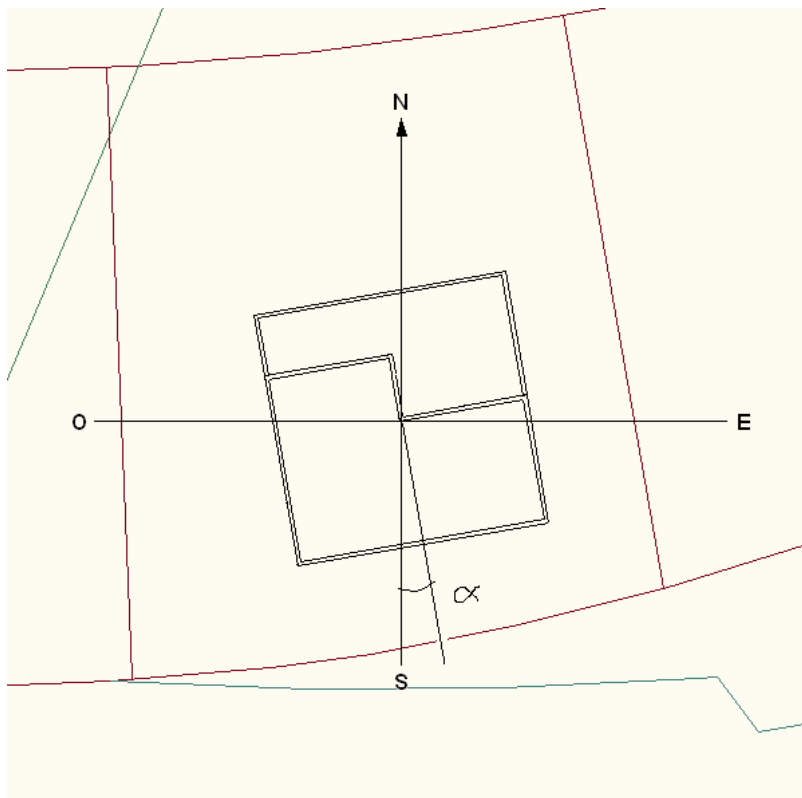


Imagen 2.9.5. Ángulo de acimut.

Obtenemos una azimut $\alpha = -11^\circ$

2.9.4.5.1. Desarrollo del cálculo

Para el cálculo de las pérdidas de radiación por sombras, intervienen todos los elementos y edificios que inciden sobre la superficie. Ahora mismo debido a la ubicación del local no tiene edificios cercanos que intercedan en la superficie donde estarán instalados los módulos solares, de hecho, tiene un edificio cercano a unos 15-20m de distancia pero con una altura de 10 m no intercediendo así en la superficie.

De todas formas para no dejar el cálculo de radiación solar por sombras con un valor cercano a 0%, analizaremos los bloques de viviendas que están edificando cercanos a la ubicación del local objeto de estudio. Suponiendo que el bloque de viviendas está situado a 15 m del restaurante y con una altura de 20 m y una inclinación respecto al sur de 15° . Tal y como se muestra en la imagen 2.9.6.

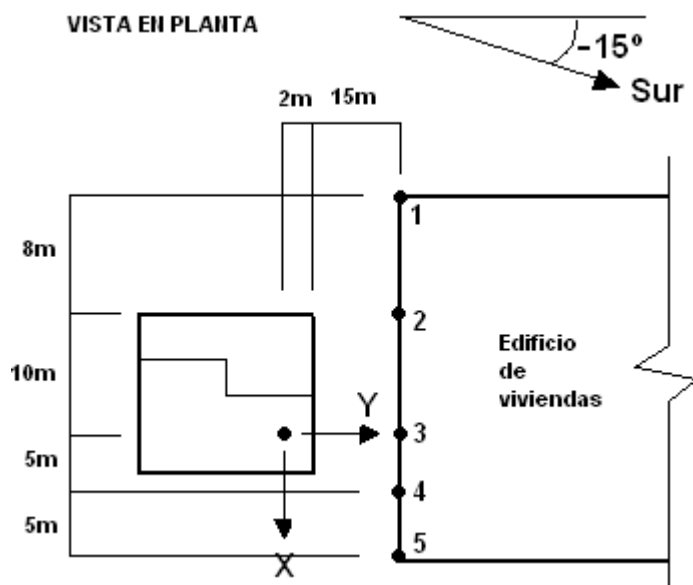


Imagen 2.9.6. Vista en planta del restaurante y el edificio de viviendas.

Para calcular el porcentaje de pérdidas de radiación por sombras, tomaremos unos puntos de medida sobre la cubierta del edificio de viviendas, puntos que harán sombra sobre la superficie de los módulos solares. Definimos como punto inicial o (0,0) el módulo o módulos solares más cercanos al edificio de viviendas; módulos con mayor riesgo de pérdida de radiación, tal y como se muestra en la imagen anterior.

Los puntos de medida vienen expresados según las siguientes coordenadas:

Punto 1= X: -18, Y: 17, Z: 12.

Punto 2= X: -10, Y: 17, Z: 12.

Punto 3= X: 0, Y: 17, Z: 12.

Punto 4= X: 5, Y: 17, Z: 12.

Punto 5= X: 10, Y: 17, Z: 12.

La medida Z corresponde a la diferencia de alturas entre el punto más elevado del edificio de viviendas y la altura de la superficie donde se encuentran los módulos solares; $Z = 20 \text{ m (edificio viviendas)} - 8 \text{ m (altura de la base de la cubierta del restaurante)} = 12 \text{ m}$.

Una vez hemos definido los puntos de cálculo y la orientación que presentan respecto al sur, podemos encontrar la azimuth e inclinación, parámetros necesarios para encontrar el % de pérdida de radiación por sombras mediante el teodolito.

Azimut	Inclinación
-62,82	26
-44,85	31,2
-11,00	35,2
-0,79	34

14,85	31,2
-------	------

Tabla 2.9.5. Azimut e inclinación de los puntos de medida.

Mediante la tabla 2.9.5, podemos encontrar la figura de sombra que realizará el edificio de viviendas sobre la superficie de los módulos solares, mediante el teodolito. Presentamos a continuación la **imagen 2.9.7**, correspondiente al teodolito.

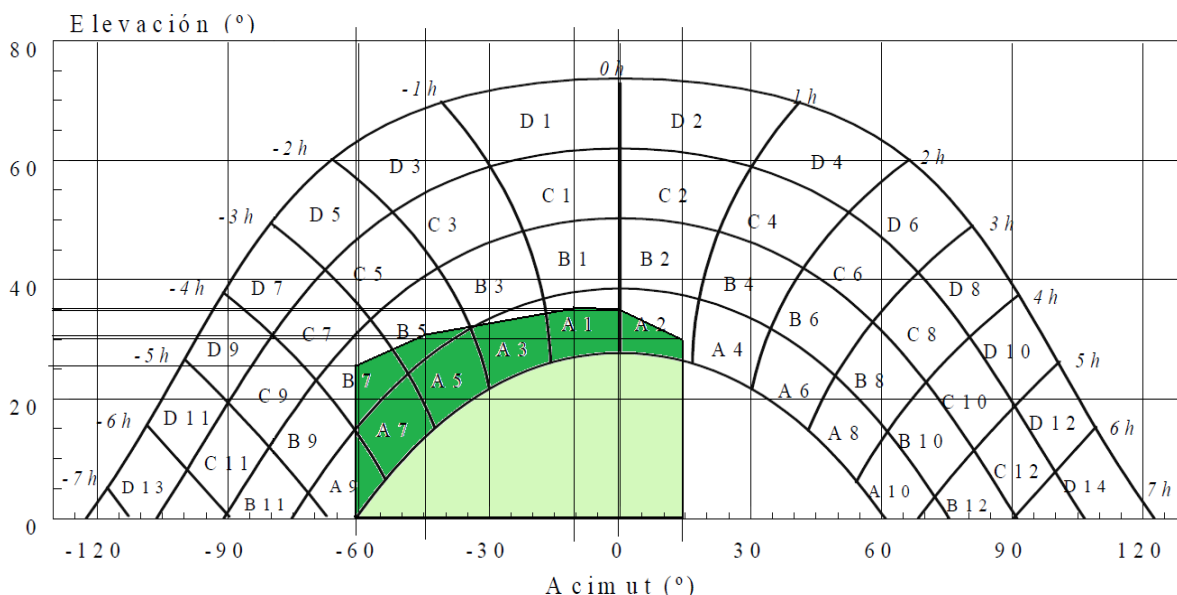


Imagen 2.9.7. Teodolito.

Sobre la tabla presentada a continuación introducimos el factor de llenado (fracción oculta respecto del total de la porción) más próximo a los valores: 0,25, 0,5, 0,7, ó 1.

A9	A7	A5	A3	A1	A2	A4	A6	A8	A10				
0,5	1	1	0,75	0,75	0,5								
B11	B9	B7	B5	B3	B1	B2	B4	B6	B8	B10	B12		
		0,5	0,25										
C11	C9	C7	C5	C3	C1	C2	C4	C6	C8	C10	C12		
D13	D11	D9	D7	D5	D3	D1	D2	D4	D6	D8	D10	D12	D14

Tabla 2.9.6. Factor de llenado mediante el teodolito.

El porcentaje de radiación de sombras se calcula finalmente mediante el factor de llenado respecto al teodolito y según la tabla B.1 del apéndice B de la Sección HE4 del CTE-DB-HE, referente a los valores de inclinación de los captadores solares (35°) y la azimut del local objeto de estudio (-11°). Utilizando la tabla que presenta los valores más cercanos a los comentados, corresponde a la tabla $\beta = 35^\circ$ y $\alpha = 0^\circ$.

	$\beta=35^\circ ; \alpha=0^\circ$			
	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,01	0,12	0,44
9	0,13	0,41	0,62	1,49
7	1,00	0,95	1,27	2,76
5	1,84	1,50	1,83	3,87
3	2,70	1,88	2,21	4,67
1	3,17	2,12	2,43	5,04
2	3,17	2,12	2,33	4,99
4	2,70	1,89	2,01	4,46
6	1,79	1,51	1,65	3,63
8	0,98	0,99	1,08	2,55
10	0,11	0,42	0,52	1,33
12	0,00	0,02	0,10	0,40
14	0,00	0,00	0,00	0,02

Tabla 2.9.7. Tabla de referencia del factor de llenado del teodolito.

Mediante el porcentaje del factor de llenado de la tabla 2.9.6 y los valores correspondientes a dicho factor de llenado mostrados en la tabla 2.9.7, encontramos finalmente unas pérdidas por sombreado % de irradiación global incidente anual de 9,7%.

Pérdidas de radiación por sombras = 9,7%

2.9.4.6. DISTANCIA MÍNIMA ENTRE FILAS DE CAPTADORES

La distancia d , medida sobre la horizontal, entre una fila de captadores y un obstáculo, de altura h , que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia d será superior al valor obtenido por la expresión:

$$d = h / \tan (61^\circ - \text{latitud})$$

Expresión 2.9.5.

Donde:

$1 / \tan (61^\circ - \text{latitud})$ es un coeficiente adimensional denominado k .

Algunos valores significativos de k se pueden ver en la tabla siguiente en función de la latitud del lugar.

ANEXOS

<i>Latitud</i>	29°	37°	39°	41°	43°	45°
<i>k</i>	1,600	2,246	2,475	2,747	3,078	3,487

Tabla 2.9.7. Valores de k según la latitud del lugar.

Definidos entonces los parámetros para establecer la distancia mínima entre las filas de captadores solares, procedemos a continuación a definir la distancia entre las filas existentes en el local de restauración. Datos de partida:

- Lleida latitud 41°.
- Captador solar Isofotón, dimensiones 1,334 x 2,09 m.
- Cada captador solar está fijado sobre una base soporte de perfil de aluminio de 5cm de altura.

Aplicando la expresión 2.9.5, obtenemos que:

$$k = 2,747$$

$$h = (1,334 \cdot \sin 35^\circ) + 0,05 = 0,815 \text{ m}$$

$$d = h / k = 0,815 / 2,747 = 0,30 \text{ m}$$

$$d_{\min} = 0,30\text{m}; d > 0,30\text{m}$$

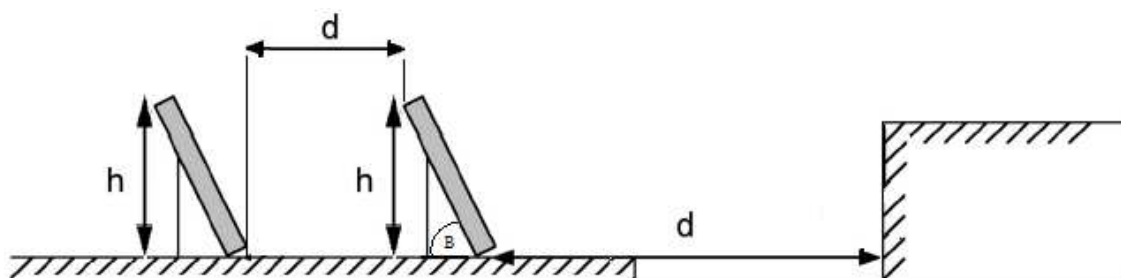


Imagen 2.9.8. Imagen de la distancia entre captadores.

De la imagen 2.9.8 mostrada anteriormente, podemos comprender mejor el dimensionado de las distancias entre las filas de captadores.

Si la altura del muro perimetral de cubierta es de 1m, la distancia a la se colocarán los captadores respecto este se dimensionará según el cálculo mostrado a continuación:

$$h = 1 - 0,05 = 0,95 \text{ m}$$

$$d = 0,95 / 2,747 = 0,35 \text{ m}$$

Obtenidas las distancias mínimas de posicionamiento de los captadores, establecemos que:

- Distancia entre filas de captadores = 0,75 m
- Distancia entre los captadores y muro de cubierta = 1,5 m

2.9.5. RESULTADOS DEL CÁLCULO DE LA CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA

Para el cálculo de los resultados de la contribución solar mínima, nos hemos ayudado de un programa de cálculo vía on line, llamado “CTE DB-HE-4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria”. Dicho programa dimensiona de forma precisa los módulos solares necesarios, así como la aportación solar de ACS al restaurante, dependiendo de unas variables previamente identificadas.

Si dimensionamos la instalación para el caso más desfavorable de ocupación del restaurante, éste se dará, cuando haya dos turnos de comida para una ocupación máxima, es decir 2turnos x 200personas, número de comidas = 400. Si establecemos un gasto medio de ACS según los valores de la tabla 1.12.3 del presente apartado de 7 l/comida, obtenemos:

$$\text{Consumo de ACS} = 400\text{comidas} \cdot 7 \text{ l/comida} = 2.800 \text{ litros/día.}$$

Si hacemos una previsión más realista respecto a los porcentajes de utilización, como consecuencia de la ocupación, podemos prever que la ocupación no será durante todo el año del 100%, si no que ésta variará considerablemente dependiendo del mes, coincidiendo con períodos vacacionales, etc. Por ello, y siendo optimistas, consideraremos una ocupación del 100% durante 6 meses y del 75% para los restantes 6 meses, quedando reflejado en los resultados mostrados a continuación.

2.9.5.1. DATOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL CONSUMO

- La tipología de edificio es: **Restaurantes**
- En el establecimiento se prevén 400 comidas.
- Con un consumo previsto de 7 litros por comida.
- La Temperatura de utilización prevista es de 60 °C.
- Lo que nos resulta un consumo total de 2800 Litros por día.
- Los porcentajes de utilización a lo largo del año previstos son:

ANEXOS

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
% de ocupación:	100	100	100	75	75	75	75	75	75	100	100	100

DATOS GEOGRÁFICOS	
Provincia:	LLEIDA
Latitud de cálculo:	42°
Zona Climática :	III

2.9.5.2. CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

Mostramos en la tabla presentada a continuación los cálculos de la demanda energética anual:

	CÁLCULO ENERGÉTICO											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Días por mes:	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Consumo de agua [L/día]:	2800	2800	2800	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2800	2800	2800
Tª. media agua red [°C]:	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5
Incremento Ta. [°C]:	55	54	52	50	49	48	47	48	49	50	52	55
Deman. Ener. [KWh]:	5.538	4.911	5.236	3.654	3.700	3.508	3.549	3.625	3.581	5.034	5.067	5.538
Total demanda energética anual: 52.941 KWh												

2.9.5.3. DATOS RELATIVOS AL SISTEMA

DATOS DEL CAPTADOR SELECCIONADO		Modelo	ISOFOTON ISOTHERM H
Factor de eficiencia óptica	0,741	Coeficiente global de pérdidas	4,083 W/(m²·°C)
Área Útil	2,50 m².	Dimensiones:	1,334 m x 2,09 m.

Constantes consideradas en el cálculo	
Factor corrector conjunto captador-intercambiador	0.95
Modificador del ángulo de incidencia	0.96
Temperatura mínima ACS	45°

Número de Captadores:	16	Área Útil de captación	40 m2.
-----------------------	----	------------------------	--------

Volumen de acumulación ACS	2800 L
----------------------------	--------

Inclinación:	35 °
Desorientación con el sur:	-11 °

Se hace un cálculo de pérdida por orientación con respecto a Sur a través de la formula $\text{por} = 3,5 \cdot 10^{-5} \cdot a^2$.

ANEXOS

Se hace un cálculo del valor de pérdidas por inclinación del captador, diferente a la óptima (la latitud 40°), a partir de una media ponderada de los valores de pérdida por inclinación comparados con la orientación óptima. Los datos de pérdida por inclinación sobre una superficie horizontal se han extraído de las tablas Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura del IDAE. Contienen datos en intervalos de 5°, por ello nos calculan pérdidas en función a ese incremento.

Se detallan a continuación las pérdidas calculadas, así como los requisitos de pérdidas límite incluidos en el apartado 2.1 del documento básico HE4 del CTE.

Pérdidas en de caso General	
Pérdidas por inclinación. (optima 40°)	0,16%
Pérdidas por desorientación con el sur:	0,42%
Pérdidas por sombras	9.7 %

CALCULO ENERGÉTICO MEDIANTE EL METODO F-CHART												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Rad. horiz. [kWh/m2-mes]:	51,77	77,00	86,18	156,60	180,11	188,40	204,91	183,52	140,10	104,16	60,00	41,23
Coef. K. incl[35°] lat[42°]	1,39	1,30	1,19	1,08	1,00	0,97	1,00	1,09	1,23	1,40	1,51	1,48
Rad. inclin. [kWh/m2-mes]:	64,70	90,01	92,21	152,08	161,95	164,32	184,25	179,87	154,95	131,12	81,47	54,87
Demán. Ener. [KWh]:	5.538	4.911	5.236	3.654	3.700	3.508	3.549	3.625	3.581	5.034	5.067	5.538
Ener. Ac. Cap. [KWh/mes]:	1.749	2.433	2.493	4.111	4.378	4.442	4.981	4.862	4.189	3.544	2.202	1.483
D1=EA/DE	0,32	0,50	0,48	1,13	1,18	1,27	1,40	1,34	1,17	0,70	0,43	0,27
K1	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
K2	0,76	0,74	0,79	0,86	0,83	0,81	0,78	0,73	0,72	0,81	0,84	0,73
Ener. Per. Cap. [KWh/mes]:	8.503	7.105	8.228	8.576	8.226	7.344	6.953	6.499	6.378	8.045	8.754	7.958
D2=EP/DE	1,54	1,45	1,57	2,35	2,22	2,09	1,96	1,79	1,78	1,60	1,73	1,44
f	0,21	0,36	0,34	0,74	0,77	0,83	0,90	0,88	0,79	0,51	0,30	0,17
EU=f*DE	1.139	1.778	1.775	2.688	2.866	2.896	3.196	3.192	2.839	2.574	1.499	934
Total producción energética útil anual: 27.375 KWh												

2.9.5.4. COMPONENTES DEL SISTEMA

2.9.5.4.1. Diámetro de la tubería del circuito primario de la instalación solar

El cálculo del diámetro del circuito solar se realiza aplicando el ábaco de pérdida de carga correspondiente para tubos de cobre.

En la tabla se presentan los resultados del cálculo:

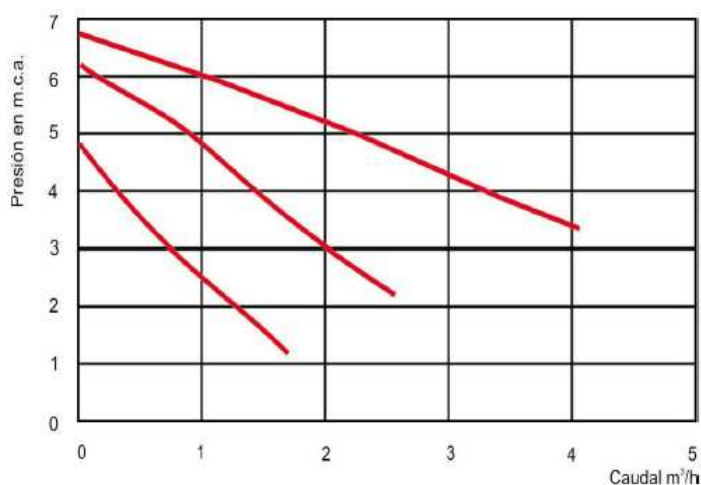
Caudal a impulsar litros/hora	Longitud tubo supuesta m	DN
1734.0	15.0	33/35

Nota: Las dimensiones son a título orientativo. Deben ser revisadas por el instalador y el técnico de la instalación.

2.9.5.4.2. Circulador circuito solar

Se indican a continuación los datos de caudal y pérdida de carga del circuito, así como las características principales del circulador.

Caudal a impulsar (l/h)	Pérdida de carga (m.c.a)
1734.0	0.49



2.9.5.4.3. Vaso de expansión

El vaso de expansión del circuito solar se selecciona en base a los datos del volumen de líquido solar contenido en la instalación, la presión de llenado, la presión máxima y las características del líquido solar.

Volumen instalación (l)	175.32
Presión de llenado (bar)	2.5
Presión máxima (bar)	8
Vaso expansión Vasoflex solar N (l)	50

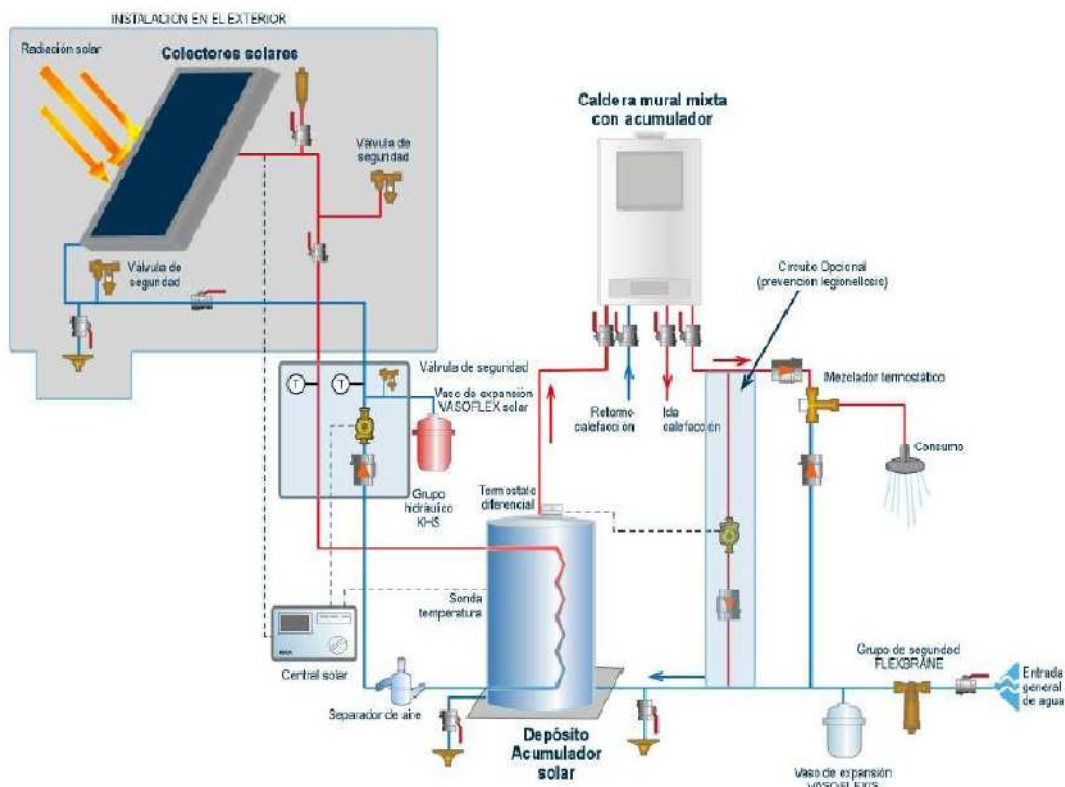
2.9.5.4.4. Volumen del acumulador

Se estima el consumo medio diario de ACS en 2800 litros/día a una temperatura de preparación de 60 ° C.

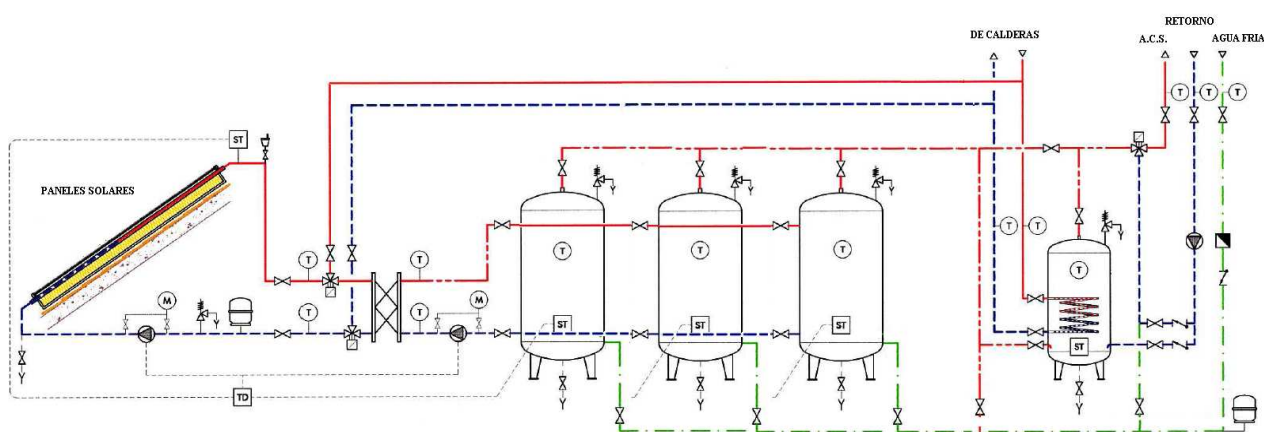
El volumen de acumulación total de la instalación solar es de 3000 litros:

Depósito Acumulador AS 1000-IN (3) de 3000 litros.

2.9.5.4.5. Esquema general de la instalación



2.9.5.4.6. Esquema particular de la instalación



2.9.5.5. RESULTADOS

RESULTADO OBTENIDOS	
Total demanda energética anual:	52.941 KWh
Total producción energética útil anual:	27.375 KWh
Factor F anual aportado de:	52%

ANEXOS

EXIGENCIAS DEL CTE	
Zona climática tipo:	III
Sistema de energía de apoyo tipo:	General: gasóleo, propano, gas natural, u otras
Contribución Solar Mínima:	50%

CUMPLE LAS EXIGENCIAS DEL CTE

EXIGENCIAS DEL CTE Respecto al límite de pérdidas por orientación o inclinación			
	Orien. e incl.	Sombras.	Total
Pérdida permitidas en CTE. Caso General	10%	10%	15%
Pérdida en el proyecto	0,58%	9,70%	10,28%

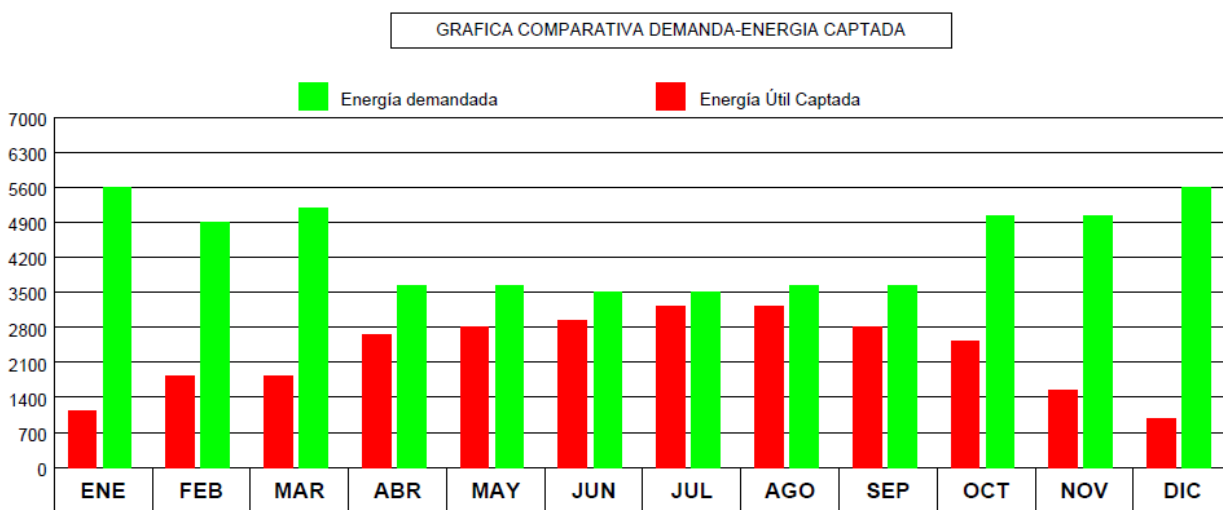
CUMPLE LAS EXIGENCIAS DEL CTE

	CÁLCULO ENERGÉTICO											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Deman. Ener.[kWh/mes]:	5.538	4.911	5.236	3.654	3.700	3.508	3.549	3.625	3.581	5.034	5.067	5.538
Ener. Util cap.[kWh/mes]:	1.139	1.778	1.775	2.688	2.866	2.896	3.196	3.192	2.839	2.574	1.499	934
% ENERGIA APORTADA	21%	36%	34%	74%	77%	83%	90%	88%	79%	51%	30%	17%

Cumple la condición del CTE, no existe ningún mes que se produzca más del 110% de la energía demandada.

Cumple la condición del CTE, no existen 3 meses consecutivos que se produzca más de un 100% de la energía demandada.

Mostramos a continuación la gráfica con los resultados de la cobertura solar:





Lleida, septiembre del 2009

Firmado: Borja Rubio Rodríguez